

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE



別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2001年 1月10日

出 願 番 号

Application Number:

特願2001-002334

出 願 人

Applicant(s):

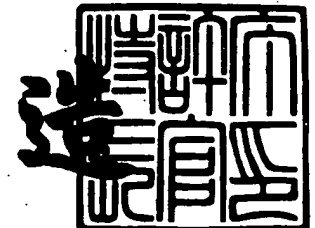
富士通株式会社

CERTIFIED COPY OF
SECURITY DOCUMENT

2001年 6月 8日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

及川耕造



RS

2

S&H Form: (2/01) 10-17-01

Attorney Docket No. 837.1970

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Patent Application of:

Ichiro NAKAJIMA, et al.

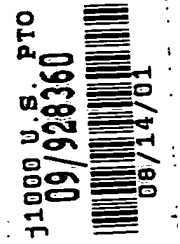
Application No.:

Group Art Unit:

Filed: August 13, 2001

Examiner:

For: OPTICAL ADD/DROP DEVICE



**SUBMISSION OF CERTIFIED COPY OF PRIOR FOREIGN
APPLICATION IN ACCORDANCE
WITH THE REQUIREMENTS OF 37 C.F.R. §1.55**

Assistant Commissioner for Patents
Washington, D.C. 20231

Sir:

In accordance with the provisions of 37 C.F.R. §1.55, the applicant(s) submit(s) herewith a certified copy of the following foreign application:

Japanese Patent Application No. 2001-002334

Filed: January 10, 2001

It is respectfully requested that the applicant(s) be given the benefit of the foreign filing date(s) as evidenced by the certified papers attached hereto, in accordance with the requirements of 35 U.S.C. §119.

Respectfully submitted,

STAAS & HALSEY LLP

Date: August 13, 2001

By: 
James D. Halsey, Jr.
Registration No. 22,729

700 11th Street, N.W., Ste. 500
Washington, D.C. 20001
(202) 434-1500

©2001 Staas & Halsey LLP

【書類名】 特許願

【整理番号】 0051368

【提出日】 平成13年 1月10日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H04B 09/00

【発明の名称】 光アッド／ドロップ装置

【請求項の数】 5

【発明者】

 【住所又は居所】 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内

 【氏名】 中島 一郎

【発明者】

 【住所又は居所】 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内

 【氏名】 黒柳 智司

【特許出願人】

 【識別番号】 000005223

 【氏名又は名称】 富士通株式会社

【代理人】

 【識別番号】 100075384

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 松本 昂

 【電話番号】 03-3582-7477

【手数料の表示】

 【予納台帳番号】 001764

 【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

 【物件名】 明細書 1

 【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9704374

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 光アッド／ドロップ装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 互いに異なる波長を有する n (n は $1 < n$ を満たす整数) 個の光信号を波長分割多重して得られた WDM 信号光を供給されて n 個の光信号に分離する光デマルチプレクサと、

各々第 1 及び第 2 の入力ポート並びに第 1 及び第 2 の出力ポートを有し、上記各第 1 の入力ポートには上記光デマルチプレクサから出力された各光信号が供給される n 個の第 1 の光スイッチと、

k (k は自然数) 個の入力ポート及び n 個の出力ポートを有し、上記 k 個の入力ポートの少なくとも一つには挿入されるべき光信号が供給され、上記 n 個の出力ポートは上記第 1 の光スイッチの第 2 の入力ポートにそれぞれ接続される第 2 の光スイッチと、

上記 n 個の第 1 の光スイッチの第 1 の出力ポートにそれぞれ接続される n 個の再生器と、

上記 n 個の再生器から出力された光信号を波長分割多重する光マルチプレクサと、

n 個の入力ポート及び k 個の出力ポートを有し、上記 n 個の入力ポートは上記第 1 の光スイッチの第 2 の出力ポートにそれぞれ接続され、上記 k 個の出力ポートの少なくとも一つからは分岐されるべき光信号が出力される第 3 の光スイッチとを備えた光アッド／ドロップ装置。

【請求項 2】 互いに異なる波長を有する n (n は $1 < n$ を満たす整数) 個の光信号を波長分割多重して得られた WDM 信号光を供給されて n 個の光信号に分離する光デマルチプレクサと、

各々第 1 及び第 2 の入力ポート並びに第 1 及び第 2 の出力ポートを有し、上記各第 1 の入力ポートには上記光マルチプレクサから出力された各光信号が供給される n 個の光スイッチと、

k (k は自然数) 個の入力ポート及び s (s は自然数) 個の入力ポート並びに n 個の出力ポートを有する第 1 の電気スイッチと、

上記第 1 の電気スイッチの k 個の入力ポートにそれぞれ接続された k 個の第 1 の光／電気変換器と、

上記第 1 の電気スイッチの n 個の出力ポートと上記光スイッチの第 2 の入力ポートとの間をそれぞれ接続する n 個の第 1 の電気／光変換器と、

上記光スイッチの第 1 の出力ポートから出力された光信号を波長分割多重する光マルチプレクサと、

n 個の入力ポート並びに k 個の出力ポート及び s 個の出力ポートを有する第 2 の電気スイッチと、

上記第 2 の電気スイッチの n 個の入力ポートと上記光スイッチの第 2 の出力ポートとの間をそれぞれ接続する n 個の第 2 の光／電気変換器と、

上記第 2 の電気スイッチの k 個の出力ポートにそれぞれ接続された k 個の第 2 の電気／光変換器と、

上記第 1 の電気スイッチの s 個の入力ポートと上記第 2 の電気スイッチの s 個の出力ポートとをそれぞれ接続する s 本の電気リンクとを備えた光アッド／ドロップ装置。

【請求項 3】 互いに異なる波長を有する n (n は $1 < n$ を満たす整数) 個の光信号を波長分割多重して得られた WDM 信号光を供給されて n 個の光信号に分離する光デマルチプレクサと、

各々第 1 及び第 2 の入力ポート並びに第 1 及び第 2 の出力ポートを有し、上記各第 1 の入力ポートには上記光マルチプレクサから出力された各光信号が供給される n 個の光スイッチと、

k (k は自然数) 個の入力ポート及び s (s は自然数) 個の入力ポート並びに n 個の出力ポートを有する第 1 の電気スイッチと、

上記第 1 の電気スイッチの入力ポートにそれぞれ接続された $(k + s)$ 個の第 1 の光／電気変換器と、

上記第 1 の電気スイッチの n 個の出力ポートと上記光スイッチの第 2 の入力ポートとの間をそれぞれ接続する n 個の第 1 の電気／光変換器と、

上記光スイッチの第 1 の出力ポートから出力された光信号を波長分割多重する光マルチプレクサと、

n 個の入力ポート並びに k 個の出力ポート及び s 個の出力ポートを有する第 2 の電気スイッチと、

上記第 2 の電気スイッチの n 個の入力ポートと上記光スイッチの第 2 の出力ポートとの間をそれぞれ接続する n 個の第 2 の光／電気変換器と、

上記第 2 の電気スイッチの出力ポートにそれぞれ接続された (k + s) 個の第 2 の電気／光変換器と、

上記第 1 の電気スイッチの s 個の入力ポートにそれぞれ対応する上記第 1 の光／電気変換器と上記第 2 の電気スイッチの s 個の出力ポートにそれぞれ対応する第 2 の電気／光変換器とをそれぞれ接続する s 本の光リンクとを備えた光アッド／ドロップ装置。

【請求項 4】 第 1 及び第 2 の光パスに適合する光アッド／ドロップ装置であって、

上記第 1 及び第 2 の光パスにそれぞれ接続される第 1 及び第 2 の光アッド／ドロップユニットと、

上記第 1 及び第 2 の光アッド／ドロップユニットのいずれか一方に光信号を選択的に挿入するアッド用スイッチと、

上記第 1 及び第 2 の光アッド／ドロップユニットのいずれか一方から光信号を選択的に分岐するドロップ用スイッチとを備え、

上記第 1 及び第 2 の光アッド／ドロップユニットの各々は、

互いに異なる波長を有する n (n は $1 < n$ を満たす整数) 個の光信号を波長分割多重して得られた WDM 信号光を供給されて n 個の光信号に分離する光デマルチプレクサと、

各々第 1 及び第 2 の入力ポート並びに第 1 及び第 2 の出力ポートを有し、上記各第 1 の入力ポートには上記光マルチプレクサから出力された各光信号が供給される n 個の第 1 の光スイッチと、

上記 n 個の第 1 の光スイッチの第 1 の出力ポートにそれぞれ接続される n 個の再生器と、

上記 n 個の再生器から出力された光信号を波長分割多重する光マルチプレクサとを備えており、

上記アッド用スイッチは上記各第1の光スイッチの第2の入力ポートに接続され、

上記ドロップ用スイッチは上記各第1の光スイッチの第2の出力ポートに接続される光アッド／ドロップ装置。

【請求項5】 分波波長ごとに光信号を分岐挿入する光スイッチの後段に、任意波長を特定波長へ変換する再生器を設け、分岐せずに通過する光信号の波形整形と、挿入される任意波長の光信号を特定波長へ変換する構成としたことを特徴とする光アッド／ドロップ装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は光アッド／ドロップ装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

近年、トラフィックの増大に伴い、ネットワークの大容量化が要求されている。その要求を満たすために、将来の基幹ネットワークでは、波長分割多重（WDM）をベースとした光ネットワークの構築が必要とされている。光ネットワークでは、ルータやATM（非同期転送モード）スイッチ等の他のネットワーク装置との間で光の波長単位で信号を挿入（アッド）及び／又は分岐（ドロップ）することのできる光アッド／ドロップ装置（光ADM：光アッド／ドロップマルチプレクサ）が用いられる。この光ADMを用いてリングネットワークを形成し、障害に強い光ネットワークを形成することが重要である。

【0003】

図1は従来一般的な光アッド／ドロップ装置のブロック図である。波長 $\lambda_1 \sim \lambda_n$ （ n は $1 < n$ を満たす整数）を有する複数の光信号を波長分割多重して得られたWDM信号光を伝送する光伝送路4に沿って、光アッド／ドロップ装置2が設けられている。この装置2は、入力側の光伝送路4から供給されたWDM信号光を波長 $\lambda_1 \sim \lambda_n$ の光信号に分けるための光デマルチプレクサ（分波器）4と、この装置2を通過する光信号とアッド／ドロップする光信号とを選択する n

個の 2×2 型の光スイッチ 8 と、出力側の光伝送路 4 に出力される光信号を再び波長分割多重する光マルチプレクサ（合波器） 1 0 とを有している。

【 0 0 0 4 】

ルータ 1 2 等のアド信号用の他のネットワーク装置とのインタフェースのために k （ k は $1 < k$ を満たす整数）個の波長変換機能を有する再生器 1 4 が設けられており、ATM スwitch 1 6 等のドロップ信号用の他のネットワーク装置とのインタフェースのために k 個の再生器 1 8 が設けられている。

【 0 0 0 5 】

光スイッチとしては、例えば、熱光学効果を利用した導波路型スイッチやモータを利用したメカニカル型スイッチがある。再生器として用いることができる波長変換器としては、例えば、半導体光増幅器を用いて光のまま波長変換するものや、光／電気変換及び電気／光変換を用いて波長変換するものがある。また、光マルチプレクサや光デマルチプレクサとしては、例えば、アレイ導波路型グレーティング（AWG）や、誘電体多層膜を用いたものがある。

【 0 0 0 6 】

光アド／ドロップ装置 2 内には装置制御部 2 0 が設けられており、光ネットワーク全体を監視及び制御するオペレーションシステム 2 2 からの指示により、装置制御部 2 0 が信号の挿入、分岐又は通過の設定等を行う。このように、光アド／ドロップ装置 2 が信号の挿入、分岐又は通過を選択することによって、光ネットワークの柔軟な運用が可能になる。

【 0 0 0 7 】

図 1 に示される装置では、ルータ 1 2 からの光信号は再生器 1 4 で波長変換されて光マルチプレクサ 1 0 の入力ポートに割り当てられた波長で光ネットワークに收容される。つまり、光ネットワーク内では波長が固定的に割り当てられていることになる。より柔軟に効率良く光ネットワークを運用するためには、光信号を任意の波長で光ネットワークに收容できることが望ましい。

【 0 0 0 8 】

図 2 は改良された従来の光アド／ドロップ装置のブロック図である。図 1 に示される再生器 1 4 に代えて可変波長変換器 2 8 が用いられており、可変波長変

換器 2 8 と光スイッチ 8 との間には $k \times n$ 型の光スイッチ 2 4 が、また、波長変換器 1 8 と光スイッチ 8 との間には $n \times k$ 型の光スイッチ 2 6 が、設けられている。光スイッチ 2 4 及び 2 6 に代えて AWG が用いられていてもよい。ここで、 k はルータ 1 2 及び ATM スイッチ 1 6 等の他のネットワーク装置との局内インタフェースのポート数であり、 n は波長分割多重における波長の多重数であるから、一般的には $k \leq n$ である。

【 0 0 0 9 】

この改良された従来技術によると、可変波長変換器 2 8 及び光スイッチ 2 4 が用いられているので、例えばルータ 1 2 からの光信号の波長を変換して任意の波長チャンネルに挿入することができる。波長 λ_n に変換しようとする場合には、光マルチプレクサ 1 0 の波長 λ_n の入力ポートに接続されている光スイッチ 8 をルータ 1 2 からの光信号が通過するように光スイッチ 2 4 がルーティングを行うようにすればよい。

【 0 0 1 0 】

【発明が解決しようとする課題】

従来技術による場合、光アッド／ドロップを通過する光信号に関しては波長変換機能が働かないので、従って、信号再生処理に伴う波形整形等の機能が得られず、長距離伝送が困難になるという問題がある。

【 0 0 1 1 】

また、従来技術による場合、ルータや ATM スイッチ等の他のネットワーク装置からの信号を任意の波長チャンネルで光ネットワークに挿入するためには、他のネットワーク装置との間のインタフェースに可変波長光源を含む可変波長変換器が必要である。

【 0 0 1 2 】

図 3 の (A) 及び (B) を参照すると、可変波長光源の従来技術が示されている。図 3 の (A) に示される構成では、複数のレーザダイオード ($LD_1 \sim LD_n$) 3 0 を定常駆動しておき、 $n \times 1$ 型の光スイッチ 3 2 により選択された一つのレーザダイオード 3 0 から出力された CW 光 (直流光または非変調光) を光変調器 (Mod) 3 4 で変調することによって、所望の波長を有する光信号を得て

いる。他のネットワーク装置からの光信号は光／電気（O／E）変換器 3 6 により電気信号に変換され、その電気信号が変調信号として光変調器 3 4 に供給される。光スイッチ 3 2 は装置制御部 3 8 によって制御される。

【 0 0 1 3 】

この構成では、波長を切換える時間は光スイッチ 3 2 の切換え時間に依存する。また、光スイッチ 3 2 でのクロストークやコスト、消費電力の増大が問題になることがある。

【 0 0 1 4 】

図 3 の（B）に示される構成では、複数のレーザダイオード 4 0 に付随してそれぞれ設けられた駆動回路（DRV） 4 2 を装置制御部 4 4 によりオン／オフすることによって一つのレーザダイオード 4 0 を選択的に定常駆動して、そのレーザダイオード 4 0 から出力された CW 光を光変調器 4 8 で変調することによって、所望の波長を有する光信号を得ている。他のネットワーク装置からの光信号は光／電気変換器 5 0 により電気信号に変換され、その電気信号が変調信号として光変調器 4 8 に供給される。複数のレーザダイオード 4 0 と光変調器 4 8 は AWG 4 6 により光学的に接続されている。

【 0 0 1 5 】

この構成においても、図 3（A）の説明と同様に波長数分の LD と DRV が必要となり、コストが高くなってしまう。

【 0 0 1 6 】

このように、他のネットワーク装置からの信号を任意の波長チャネルで光ネットワークに挿入するためには、従来、可変波長光源が必要であり、光アッド／ドロップ装置のコストが高くなるという問題があった。

【 0 0 1 7 】

よって、本発明の目的は、ノード間の伝送距離を拡大し長距離伝送を可能にする光アッド／ドロップ装置を提供することである。

【 0 0 1 8 】

本発明の他の目的は、他のネットワーク装置との間のインタフェースに可変波長光源を含む可変波長変換器が不要で低コストな光アッド／ドロップ装置を提供

することである。本発明の更に他の目的は以下の説明から明らかになる。

【0019】

【課題を解決するための手段】

本発明の第1の側面によると、互いに異なる波長を有する n (n は $1 < n$ を満たす整数)個の光信号を波長分割多重して得られたWDM信号光を供給されて n 個の光信号に分離する光デマルチプレクサと、各々第1及び第2の入力ポート及び第1及び第2の出力ポートを有し、上記各第1の入力ポートには上記光マルチプレクサから出力された各光信号が供給される n 個の第1の光スイッチと、 k (k は自然数)個の入力ポート及び n 個の出力ポートを有し、上記 k 個の入力ポートの少なくとも一つには挿入されるべき光信号が供給され、上記 n 個の出力ポートは上記第1の光スイッチの第2の入力ポートにそれぞれ接続される第2の光スイッチと、上記 n 個の第1の光スイッチの第1の出力ポートにそれぞれ接続される n 個の再生器と、上記 n 個の再生器から出力された光信号を波長分割多重する光マルチプレクサと、 n 個の入力ポート及び k 個の出力ポートを有し、上記 n 個の入力ポートは上記第1の光スイッチの第2の出力ポートにそれぞれ接続され、上記 k 個の出力ポートの少なくとも一つからは分岐されるべき光信号が出力される第3の光スイッチとを備えた光アッド／ドロップ装置が提供される。

【0020】

尚、再生器としては、波長変換器や光／電気／光変換器を用いることができる。

【0021】

本発明の第2の側面によると、互いに異なる波長を有する n (n は $1 < n$ を満たす整数)個の光信号を波長分割多重して得られたWDM信号光を供給されて n 個の光信号に分離する光デマルチプレクサと、各々第1及び第2の入力ポート及び第1及び第2の出力ポートを有し、上記各第1の入力ポートには上記光マルチプレクサから出力された各光信号が供給される n 個の光スイッチと、 k (k は自然数)個の入力ポート及び s (s は自然数)個の入力ポート並びに n 個の出力ポートを有する第1の電気スイッチと、上記第1の電気スイッチの k 個の入力ポートにそれぞれ接続された k 個の第1の光／電気変換器と、上記第1の電気スイッ

チの n 個の出力ポートと上記光スイッチの第 2 の入力ポートとの間をそれぞれ接続する n 個の第 1 の電気／光変換器と、上記光スイッチの第 1 の出力ポートから出力された光信号を波長分割多重する光マルチプレクサと、 n 個の入力ポート並びに k 個の出力ポート及び s 個の出力ポートを有する第 2 の電気スイッチと、上記第 2 の電気スイッチの n 個の入力ポートと上記光スイッチの第 2 の出力ポートとの間をそれぞれ接続する n 個の第 2 の光／電気変換器と、上記第 2 の電気スイッチの k 個の出力ポートにそれぞれ接続された k 個の第 2 の電気／光変換器と、上記第 1 の電気スイッチの s 個の入力ポートと上記第 2 の電気スイッチの s 個の出力ポートとをそれぞれ接続する s 本の電気リンクとを備えた光アッド／ドロップ装置が提供される。

【 0 0 2 2 】

本発明の第 3 の側面によると、互いに異なる波長を有する n (n は $1 < n$ を満たす整数) 個の光信号を波長分割多重して得られた WDM 信号光を供給されて n 個の光信号に分離する光デマルチプレクサと、各々第 1 及び第 2 の入力ポート及び第 1 及び第 2 の出力ポートを有し、上記各第 1 の入力ポートには上記光マルチプレクサから出力された各光信号が供給される n 個の光スイッチと、 k (k は自然数) 個の入力ポート及び s (s は自然数) 個の入力ポート並びに n 個の出力ポートを有する第 1 の電気スイッチと、上記第 1 の電気スイッチの入力ポートにそれぞれ接続された $(k + s)$ 個の第 1 の光／電気変換器と、上記第 1 の電気スイッチの n 個の出力ポートと上記光スイッチの第 2 の入力ポートとの間をそれぞれ接続する n 個の第 1 の電気／光変換器と、上記光スイッチの第 1 の出力ポートから出力された光信号を波長分割多重する光マルチプレクサと、 n 個の入力ポート並びに k 個の出力ポート及び s 個の出力ポートを有する第 2 の電気スイッチと、上記第 2 の電気スイッチの n 個の入力ポートと上記光スイッチの第 2 の出力ポートとの間をそれぞれ接続する n 個の第 2 の光／電気変換器と、上記第 2 の電気スイッチの出力ポートにそれぞれ接続された $(k + s)$ 個の第 2 の電気／光変換器と、上記第 1 の電気スイッチの s 個の入力ポートにそれぞれ対応する上記第 1 の光／電気変換器と上記第 2 の電気スイッチの s 個の出力ポートにそれぞれ対応する第 2 の電気／光変換器とをそれぞれ接続する s 本の光リンクとを備えた光アッ

ド／ドロップ装置が提供される。

【 0 0 2 3 】

本発明の第 4 の側面によると、第 1 及び第 2 の光パスに適合する光アッド／ドロップ装置が提供される。この装置は、上記第 1 及び第 2 の光パスにそれぞれ接続される第 1 及び第 2 の光アッド／ドロップユニットと、上記第 1 及び第 2 の光アッド／ドロップユニットのいずれか一方に光信号を選択的に挿入するアッド用スイッチと、上記第 1 及び第 2 の光アッド／ドロップユニットのいずれか一方から光信号を選択的に分岐するドロップ用スイッチとを備えている。上記第 1 及び第 2 の光アッド／ドロップユニットの各々は、互いに異なる波長を有する n (n は $1 < n$ を満たす整数) 個の光信号を波長分割多重して得られた WDM 信号光を供給されて n 個の光信号に分離する光デマルチプレクサと、各々第 1 及び第 2 の入力ポート及び第 1 及び第 2 の出力ポートを有し、上記各第 1 の入力ポートには上記光マルチプレクサから出力された各光信号が供給される n 個の第 1 の光スイッチと、上記 n 個の第 1 の光スイッチの第 1 の出力ポートにそれぞれ接続される n 個の再生器と、上記 n 個の再生器から出力された光信号を波長分割多重する光マルチプレクサとを備えている。上記アッド用スイッチは上記各第 1 の光スイッチの第 2 の入力ポートに接続され、上記ドロップ用スイッチは上記各第 1 の光スイッチの第 2 の出力ポートに接続される。

【 0 0 2 4 】

本発明の第 5 の側面によると、分波波長ごとに光信号を分岐挿入する光スイッチの後段に、任意波長を特定波長へ変換する再生器を設け、分岐せずに通過する光信号の波形整形と、挿入される任意波長の光信号を特定波長へ変換する構成としたことを特徴とする光アッド／ドロップ装置が提供される。

【 0 0 2 5 】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の望ましい実施の形態を詳細に説明する。

【 0 0 2 6 】

図 4 は本発明による光アッド／ドロップ装置の第 1 実施形態を示すブロック図である。ここには、所謂 DOADM (ダイナミック光アッド／ドロップマルチプ

レクサ) が示されている。波長 $\lambda_1 \sim \lambda_n$ (n は $1 < n$ を満たす整数) を有する複数の光信号を波長分割多重して得られたWDM信号光を伝送する光伝送路(一般的には光ファイバ伝送路) 4 に沿って、この光アッド/ドロップ装置が設けられている。この光アッド/ドロップ装置は、入力側の光伝送路4 から供給されたWDM信号光を波長 $\lambda_1 \sim \lambda_n$ の光信号に分けるための光デマルチプレクサ(分波器) 4 と、この光アッド/ドロップ装置を通過する光信号とアッド/ドロップする光信号とを選択する n 個の光スイッチ8 と、出力側の光伝送路4 に出力される光信号を再び波長分割多重する光マルチプレクサ(合波器) 10 と、アッド用の光スイッチ24 と、ドロップ用の光スイッチ26 とを備えている。

【0027】

各光スイッチ8は、入力ポート8A及び8B並びに出力ポート8C及び8Dを有しており、入力ポート8Aには光デマルチプレクサ6から出力された各光信号が供給される。光スイッチ8は入力ポート8A及び8Bと出力ポート8C及び8Dとの間での所謂バー状態及びクロス状態とを切換える 2×2 光スイッチにより提供され得る。

【0028】

光スイッチ24は、 k (k は自然数) 個の入力ポート及び n 個の出力ポートを有している。 k 個の入力ポートの少なくとも一つには、ルータ12等のアッド信号用の他のネットワーク装置からの光信号が供給され、 n 個の出力ポートは n 個の光スイッチ8の入力ポート8Bにそれぞれ接続されている。

【0029】

n 個の光スイッチ8の出力ポート8Cには n 個の再生器52がそれぞれ接続されている。各再生器52の出力は光マルチプレクサ10の n 個の入力ポートの各々に接続されている。

【0030】

光スイッチ26は n 個の入力ポート及び k 個の出力ポートを有している。 n 個の入力ポートはそれぞれ n 個の光スイッチ8の出力ポート8Dに接続され、 k 個の出力ポートの少なくとも一つからは分岐されるべき光信号が出力される。特にこの実施形態では、光スイッチ26の出力ポートから出力された光信号は、再生

器 1 8 によって所要の波長に波長変換されて A T M スイッチ 1 6 等のドロップ信号用の他のネットワーク装置に供給される。

【 0 0 3 1 】

光スイッチ 2 4 及び 2 6 としては、それぞれ、 $k \times n$ 光スイッチ及び $n \times k$ 光スイッチを用いることができる。

【 0 0 3 2 】

まず、所望の信号を任意の波長で W D M 信号光に挿入（アッド）する場合について説明する。例えば、ルータ 1 2 からの光信号は、光スイッチ 2 4 を設定することによって、所望の波長に対応する光スイッチ 8 に接続されている光スイッチ 2 4 の出力ポートにルーティングされる。そして、その光スイッチ 8 はクロス状態にされており、それにより対応する再生器 5 2 にその光信号が供給され、所望の波長に変換されて光マルチプレクサ 1 0 を経由して出力側の光伝送路 4 に出力される。

【 0 0 3 3 】

次に、W D M 信号光から所望の波長を有する光信号を分岐（ドロップ）する場合について説明する。入力側の光伝送路 4 から供給された W D M 信号光は、光マルチプレクサ 6 により異なる波長を有する複数の光信号に分離される。ここで、ドロップされるべき波長に対応する光スイッチ 8 がクロス状態になるように制御されている。ドロップされた光信号は光スイッチ 2 6 により所望のポートにルーティングされ、再生器 1 8 により例えば局内インタフェース信号用の波長に変換された後、A T M スイッチ 1 6 等の他のネットワーク装置に供給される。局内インタフェース信号用の波長としては例えば $1.3 \mu\text{m}$ 帯の波長を用いることができ、W D M 信号光の各チャネルの波長としては例えば $1.55 \mu\text{m}$ 帯の波長を用いることができる。

【 0 0 3 4 】

また、この光アッド／ドロップ装置を通過する光信号に対しては、光スイッチ 8 をバー状態に制御することによって、その光信号は再生器 5 2 により波長変換され光マルチプレクサ 1 0 を通って出力側の光伝送路 4 に出力される。

【 0 0 3 5 】

この実施形態によると、光スイッチ 8 と光マルチプレクサ 1 0 との間に波長毎に再生器 5 2 を設けているので、この光アッド／ドロップ装置を通過する光信号及び挿入された光信号の全てに対して波形整形等の信号処理を容易に行うことができ、光アッド／ドロップ装置間の伝送距離を大幅に拡大することができる。

【 0 0 3 6 】

また、再生器 5 2 の出力は予め WDM 信号光の各波長に割り当てられているので、従来のように構成が複雑な可変波長光源を含む波長変換器を用いることなしに、ルータや A T M スイッチ等の他のネットワーク装置からの信号を WDM 信号光の任意の波長チャネルに容易に挿入することができる。

【 0 0 3 7 】

更に、特に、この実施形態では、ドロップ用の光スイッチ 2 6 の出力ポートにそれぞれ再生器 1 8 を設けているので、ドロップされた光信号の波長を容易に局内インタフェース信号の波長に一致させることができる。

【 0 0 3 8 】

図 5 は本発明による光アッド／ドロップ装置 (D O A D M) の実施形態を示すブロック図である。この実施形態は、図 4 に示される構成と対比して、ドロップ用の光スイッチ 2 6 の出力側に設けられている再生器 1 8 に代えて光スイッチ 2 6 の入力側に設けられている再生器 5 4 によって特徴付けられる。光スイッチ 2 6 の n 個の入力ポートと n 個の光スイッチ 8 との間に n 個の再生器 5 4 がそれぞれ設けられている。

【 0 0 3 9 】

図 5 に示される実施形態では、アッド動作及びスルー動作については図 4 に示される実施形態と同じであるから、ドロップ動作について説明する。光デマルチプレクサ 6 により分離された複数の光信号が光スイッチ 8 に供給される。ドロップされるべき波長に対応する光スイッチ 8 はクロス状態に制御されており、これによりドロップされた光信号は光スイッチ 2 6 に供給されるよりも前に再生器 5 4 により例えば局内インタフェース信号の波長に変換される。そして、光スイッチ 2 6 により任意のポートにルーティングされ、A T M スイッチ 1 6 等の他のネットワーク装置に供給される。

【 0 0 4 0 】

従って、この実施形態によると、図4に示される実施形態により得られる効果に加えて、再生器54が光スイッチ26の入力側に設けられている分だけ光アッド／ドロップ装置間の伝送距離を更に拡大することができる。

【 0 0 4 1 】

図6は本発明による光アッド／ドロップ装置(DOADM)の実施形態を示すブロック図である。この実施形態は、図4に示される構成と対比して、光スイッチ26の出力側に設けられている波長変換器18に代えて光スイッチ8の入力側に設けられている再生器56によって特徴付けられる。光デマルチプレクサ6のn個の出力ポートとn個の光スイッチ8との間にn個の波長変換器56がそれぞれ設けられている。

【 0 0 4 2 】

図6に示される実施形態では、アッド動作及びスルー動作については図4に示される実施形態と同じであるから、ドロップ動作について説明する。光デマルチプレクサ6により分離された複数の光信号が、再生器56により例えば局内インタフェース信号の波長に変換されて、光スイッチ8に供給される。ドロップされるべき波長に対応する光スイッチ8はクロス状態に制御されており、これによりドロップされた光信号は、光スイッチ26により任意のポートにルーティングされ、ATMスイッチ16等の他のネットワーク装置に供給される。

【 0 0 4 3 】

従って、この実施形態によると、図5に示される実施形態により得られる効果に加えて、再生器54が光スイッチ8の入力側に設けられている分だけ光アッド／ドロップ装置間の伝送距離を更に拡大することができる。

【 0 0 4 4 】

図7は本発明による光アッド／ドロップ装置(DOADM)の第4実施形態を示すブロック図である。この実施形態では、図4に示される光スイッチ24及び26に代えてそれぞれ光スイッチ24'及び26'が用いられている。光スイッチ24'としては $m \times n$ 光スイッチが用いられ、光スイッチ26'としては $n \times m$ 光スイッチが用いられる。ここで、 m は、 $m = k + r$ (r は自然数)を満たす

数である。従って、光スイッチ 24' は光スイッチ 24 に対して r 個の入力ポートを更に有しており、光スイッチ 26' は光スイッチ 26 に対して r 個の出力ポートを更に有していることになる。そして、光スイッチ 24' の r 個の入力ポートと光スイッチ 26' の r 個の出力ポートとは、 r 本のリンク 58 によりそれぞれ接続されている。各リンク 58 としては光ファイバリンクを用いることができる。尚、リンク 58 の数、即ち r は WDM 信号光のチャネル数 n に等しいかそれよりも少なくても充分である。

【0045】

図 7 に示される実施形態によると、光アッド／ドロップ装置を通過する光信号に対して波長変換を行うことができるので、これにより柔軟な光ネットワークの構築又は動作が可能になる。より具体的には次の通りである。

【0046】

図 8 は本発明を適用可能な光ネットワークシステムを示している。A～F で示されているのがノードであり、各ノードには本発明による光アッド／ドロップ装置を適用可能である。ノード間は光伝送路によって結ばれている。

【0047】

今、ノード B とノード C との間で波長 $\lambda_2 \sim \lambda_n$ の全てを用いて伝送されているとする。このとき、ノード A からノード B に波長 λ_2 の光信号が伝送されたとすると、この光信号はノード B からノード C へ向かって波長 λ_2 では伝送することができないので、残っている波長 λ_1 への波長変換が必要になる。即ち、ノード B を通過する光信号に関して波長変換が必要になるのである。

【0048】

図 7 に示された実施形態によると、上述の要求を容易に満足することができる。入力側の光伝送路 4 から供給された WDM 信号光は、光デマルチプレクサ 6 により複数の光信号に分離された後、波長毎にそれぞれ光スイッチ 8 に供給される。ここで、波長変換しようとする波長に対応する光スイッチ 8 をクロス状態になるように予め制御しておくと、その光信号はドロップ用の光スイッチ 26' を通って r 本のリンク 58 の何れかに供給され、アッド用の光スイッチ 24' に入力される。光スイッチ 24' では、その入力された光信号は、所望の波長に対応す

る光スイッチ 8 に接続されているポートにルーティングされ、その光スイッチ 8 をクロス状態に制御しておけば、その光スイッチ 8 を通過した後、波長変換器 5 2 により波長変換されて所望の波長で光伝送路 4 に出力される。

【 0 0 4 9 】

従って、図 7 に示される実施形態によると、光アッド／ドロップ装置内で波長変換しないことによるネットワークの利用効率の低下を防止することができる。

【 0 0 5 0 】

図 9 は本発明による光アッド／ドロップ装置 (DOADM) の第 5 実施形態を示すブロック図である。光デマルチプレクサ 6、光スイッチ 8 及び光マルチプレクサ 10 が用いられているのは他の実施例と同じである。また、これらの間の接続形態も同じである。この実施形態では、この光アッド／ドロップ装置を通過する光信号に対して電気パス単位の処理を提供するために、電気スイッチ 60 及び 66 が用いられている。

【 0 0 5 1 】

光スイッチ 60 は、 q 個の入力ポート及び n 個の出力ポートを有している。ここで、 q は $q = k + s$ (s は自然数) を満たす数である。従って、電気スイッチ 60 としては $q \times n$ 電気スイッチを用いることができる。

【 0 0 5 2 】

電気スイッチ 60 の k 個の入力ポートには k 個の光／電気変換器 62 がそれぞれ接続されている。光／電気変換器 62 はルータ 12 等の他のネットワーク装置との間の例えば局内インタフェース用に設けられている。

【 0 0 5 3 】

電気スイッチ 60 の n 個の出力ポートには n 個の電気／光変換器 64 がそれぞれ接続されている。そして、 n 個の電気／光変換器 64 は、 n 個の光スイッチ 8 の入力ポート 8B にそれぞれ接続されている。

【 0 0 5 4 】

電気スイッチ 66 の n 個の入力ポートには、 n 個の光／電気変換器 70 がそれぞれ接続されている。 n 個の光／電気変換器 70 は、 n 個の光スイッチ 8 の出力ポート 8D にそれぞれ接続されている。光スイッチ 66 の k 個の出力ポートには

、 k 個の電気／光変換器 68 がそれぞれ接続されている。電気／光変換器 68 は ATM スイッチ 16 等の他のネットワーク装置に接続される。

【0055】

電気スイッチ 66 の s 個の出力ポートと電気スイッチ 60 の s 個の入力ポートとの間には s 本のリンク 69 がそれぞれ設けられている。

【0056】

図 10 を参照すると、図 9 に示されるドロップ用の電気スイッチ 66 の具体的な構成例が示されている。電気スイッチ 66 は、 n 個の光／電気変換器 70 に接続されるフレーム同期回路 72 と、フレーム同期回路 72 に接続される n 個のフレーム多重分離回路 74 と、 q 個のフレーム多重回路 78 と、フレーム多重分離回路 74 及びフレーム多重回路 78 間に接続された電気マトリックススイッチ 76 とを含む。フレーム多重数が例えば 4 である場合、電気マトリックススイッチ 76 としては $4n \times 4g$ スイッチを用いることができる。 q 個のフレーム多重回路 78 のうち、 s 個のフレーム多重回路 78 はリンク 69 によりアド用の電気スイッチ 60 に接続され、 k 個のフレーム多重回路 78 は E/O 変換器 68 を介して他のネットワーク装置 16 (図 9 参照) に接続される。

【0057】

この実施形態によると、例えば、1 波長に割り当てられた 10Gb/s (SONET の OC-192) のうち、 7.5Gb/s (3 チャンネル分の OC-48) は光アド／ドロップ装置を通過させ、 2.5Gb/s (1 チャンネル分の OC-48) はその光アド／ドロップ装置でドロップすることができる。これをより具体的に説明する。

【0058】

例えば、図 9 に示される光アド／ドロップ装置において、光伝送路 4 から WDM 信号光が光デマルチプレクサ 6 に供給されると、WDM 信号光は波長 $\lambda_1 \sim \lambda_n$ の光信号に分離され、これら光信号は n 個の光スイッチ 8 に入力される。ここで、電気バス単位の処理が必要な波長に対応する光スイッチ 8 はクロス状態になるように制御されている。従って、その光スイッチ 8 においては光信号がドロップされ、その光信号は対応する光／電気変換器 70 により電気信号に変換され

てドロップ用の電気スイッチ66に入力される。

【0059】

電気信号としてのOc-192信号(10Gb/s)は、図10に示されるフレーム同期回路72によりフレーム同期が取られ、フレーム多重分離回路74により、4チャンネルのOc-48信号(各2.5Gb/s)に分離される。電気マトリックススイッチ76では、Oc-48信号単位で所望のパスにルーティングが行なわれ、ルーティングされた信号は再び対応するフレーム多重回路78によりOc-192信号に多重化され、電気/光変換器68により光信号に変換される。ここで、光アッド/ドロップ装置を通過させるべき7.5Gb/s(3チャンネル分のOc-48)の信号はアッド用の電気スイッチ60にリンク69により接続されているポートへ、2.5Gb/s(Oc-48)のドロップ信号は、局内インタフェースにルーティングされる。通過させるべき信号は電気スイッチ60により元の光スイッチ8に戻るようルーティングされ、その光スイッチは前述したようにクロス状態に制御されているので、元の波長でWDM信号光に挿入されて出力側の光伝送路4に出力されることになる。

【0060】

この動作の優位性を先行技術と比較して図8により説明する。例えば、ノードDからノードEに10Gb/sの信号が伝送されている場合に、そのうちの2.5Gb/sの信号はノードEでドロップし、残りの7.5Gb/sの信号はノードEを通過させてノードFでドロップさせたい場合がある。先行技術によると、このような動作を行うためには、ノードDとノードEとの間で2波長(図では λ_3 及び λ_4)を使用する必要がある。これに対して、図9及び図10により説明した実施形態によると、電気パス単位の処理が可能になるので、ノードDとノードEとの間の伝送に1波長を用いれば足りることになる。従って、この実施形態によると、光ネットワーク内で波長単位の処理をすることによるネットワークの利用効率の低下を防ぐことができる。

【0061】

図11は本発明による光アッド/ドロップ装置(DOADM)の第6実施形態を示すブロック図である。図9に示される実施形態と対比してこの実施形態を説

明すると、アッド用の電気スイッチ 6 0 の入力側に設けられる k 個の光／電気変換器 6 2 を q ($q = k + s$) 個の光／電気変換器 6 2 ' に変更し、ドロップ用の電気スイッチ 6 6 の出力側に設けられている k 個の電気／光変換器 6 8 を同じように q 個の電気／光変換器 6 8 ' に変更し、電気信号のためのリンク 6 9 を光リンクによって提供されるリンク 6 9 ' に変更している。

【 0 0 6 2 】

この実施形態によると、図 9 及び図 1 0 により説明した実施形態により得られる効果に加えて、アッド用の電気スイッチ 6 0 とドロップ用の電気スイッチ 6 6 とが離れた場所にある場合であっても、光リンクによりこれらを容易に接続することができるようになる。

【 0 0 6 3 】

図 1 2 の (A) 及び (B) を参照すると、本発明を適用可能な 2 F - U P S R (2 本のファイバによるユニディレクショナルパススイッチドリング) の動作例が示されている。各々光アッド／ドロップ装置を含むノード A ~ D が現用ファイバ 4 A 及び予備ファイバ 4 B によりリング状に接続されている。現用ファイバ 4 A は時計回りに WDM 信号光を伝送し、予備ファイバ 4 B は反時計回りに WDM 信号光を伝送する。

【 0 0 6 4 】

通常運用時には、図 1 2 の (A) に示されるように、現用ファイバ 4 A を用いて、ノード A からノード B を経由してノード C に至る現用トラフィックが形成されており、また、予備ファイバ 4 B を用いて、ノード A からノード D を経由してノード C に至る低優先トラフィックが形成されている。障害時には現用トラフィックのために低優先トラフィックは切断されることがある。

【 0 0 6 5 】

図 1 2 の (B) に示されるように、例えば、ノード B とノード C 間にファイバ切断等の障害が生じると、ネットワーク全体を管理しているオペレーションシステムはこの障害を検出して、送信側のノード A からの信号を現用ファイバ 4 A からこれとは逆向きの予備ファイバ 4 B に切換え、受信側のノード C においても予備ファイバ 4 B からの受信に切換える。このとき、低優先トラフィックは切断さ

れることになる。

【0066】

図13は本発明による光アッド／ドロップ装置(DOADM)の第7実施形態を示すブロック図である。この実施形態は図12の(A)及び(B)に示される2F-UPSRに適用可能である。この光アッド／ドロップ装置は、現用ファイバ4Aに挿入される現用系(Work)のWDMリング部(第1の光アッド／ドロップユニットに対応)80と、予備ファイバ4Bに挿入される予備系(Protect)のWDMリング部(第2の光アッド／ドロップユニットに対応)82と、リング部80及び82間に接続されるアッド用スイッチ84及びドロップ用スイッチ86とを備えている。

【0067】

WDMリング部80及び82の各々は、例えば、図4に示される光デマルチプレキサ6、 n 個の光スイッチ8、 n 個の波長変換器52及び光マルチプレキサ10を含む。アッド用スイッチ84は、ルータ12及びATMスイッチ16等のアッドされるべき光信号を出力する他のネットワーク装置に接続されており、ドロップ用スイッチ86は、ルータ12及びATMスイッチ16等のドロップされるべき光信号を受ける他のネットワーク装置に波長変換器18を介して接続されている。

【0068】

また、アッド用スイッチ84は、WDMリング部80及び82の各光スイッチ8の第2の入力ポート8Bに接続されており、ドロップ用スイッチ86はWDMリング部80及び82の各光スイッチ8の第2の出力ポート8Dに接続されている。

【0069】

図14の(A)は図13に示されるアッド用スイッチ84のブロック図、図14の(B)はドロップ用スイッチ86のブロック図である。アッド用スイッチ84は2つの $k \times n$ 光スイッチ88及び90と、これらの出力を切換えるための n 個の 1×2 光スイッチ92及び n 個の 2×1 光スイッチ94とを含む。また、ドロップ用スイッチ86は、2つの $n \times k$ 光スイッチ96及び98と、これらの入

力を切換えるための n 個の 2×1 光スイッチ 100 及び n 個の 1×2 光スイッチ 102 とを含む。

【0070】

図 14 の (A) に示されるように、現用系においては、 $k \times n$ 光スイッチ 88 によって選択された他のネットワーク装置からの光信号が 1×2 光スイッチ 92 によって通常時は現用ファイバ 80 へ、障害時は予備ファイバ 82 へ切換えられる。また、予備系においては、 2×1 光スイッチ 94 によって、通常時は予備系の $k \times n$ 光スイッチ 90 によって選択された他のネットワーク装置からの光信号が、障害時には現用系の $k \times n$ 光スイッチ 88 によって選択された他のネットワーク装置からの光信号が予備ファイバ 82 へ出力される。

【0071】

図 14 の (B) に示されるように、現用系では、 2×1 光スイッチ 100 が、通常時は現用ファイバ 80 からの出力を、障害時は予備ファイバ 82 からの出力を選択し、選択された出力が $n \times k$ 光スイッチ 96 によって選択された他のネットワーク装置に供給される。また、予備系においては、 1×2 光スイッチ 102 が、予備ファイバ 82 からの光信号を通常時は $n \times k$ 光スイッチ 98 によって選択された他のネットワーク装置へ供給し、障害時には $n \times k$ 光スイッチ 96 によって選択された他のネットワーク装置へ供給されるように切り換えを行う。

【0072】

いずれにしても、 $k \times n$ 光スイッチ 88 及び 90 はリング内の所望の波長に変換されるように制御し、 $n \times k$ 光スイッチ 96 及び 98 は所望のポートに光信号が出力されるように制御する。

【0073】

一般的に、WDM 信号光の波長数 n に比べてアッド／ドロップするポート数 k は小さいので、その差分 ($n - k$) 個の低優先信号を障害時にも伝送することができる。

【0074】

図 15 の (A) 及び (B) を参照すると、図 13 に示されるアッド用スイッチ 84 及びドロップ用スイッチ 86 の他の実施形態がそれぞれ示されている。図 1

5の(A)に示される実施形態では、n個の1×2光スイッチ92に代えてn個の1×2光カプラ104が用いられている。また、図15の(B)に示される実施形態では、n個の1×2光スイッチ102に代えてn個の1×2光カプラ106が用いられている。これらの実施形態によっても、先に説明したのと同じように光アッド／ドロップ装置において容易に障害時における切り換えを行うことができる。

【0075】

図16の(A)及び(B)並びに図17の(A)及び(B)を参照すると、本発明を適用可能な4F-BPSR(4本のファイバによるバイディレクショナルパススイッチドリング)の動作例が示されている。各々光アッド／ドロップ装置を含むノードA～Dが2本の現用ファイバ4A(#1及び#2)及び2本の予備ファイバ4B(#1及び#2)によりリング状に接続されている。現用ファイバ4A(#1)及び予備ファイバ4B(#1)はWDM信号光を反時計回りに伝送し、現用ファイバ4A(#2)及び予備ファイバ4B(#2)はWDM信号光を時計回りに伝送する。

【0076】

通常運用時には、図16の(A)及び図17の(A)に示されるように、現用ファイバ4A(#1)を用いて、ノードCからノードBを経由してノードAに至る現用トラフィックが形成されており、また、現用ファイバ4A(#2)を用いて、ノードAからノードBを経由してノードCに至るもう一つの現用トラフィックが形成されている。また、通常運用時には、予備ファイバ4B(#1)を用いて、ノードAからノードDを経由してノードCに至る低優先トラフィックが形成されており、また、予備ファイバ4B(#2)を用いて、ノードCからノードDを経由してノードAに至るもう一つの低優先トラフィックが形成されている。障害時には、現用トラフィックのために低優先トラフィックの一部又は全部が切断されることがある。

【0077】

図16の(B)に示されるように、例えば、ノードBとノードC間に全ての光伝送路が遮断されるような障害が生じると、ネットワーク全体を管理しているオ

ペレーションシステムがこの障害を検出して、現用ファイバ4 A (# 1) の信号をこれとは逆向きの予備ファイバ4 B (# 2) に、また、現用ファイバ4 A (# 2) の信号をこれとは逆向きの予備ファイバ4 B (# 1) に切換える。

【0078】

また、図17の(B)に示されるように、例えば、ノードBとノードC間の現用ファイバ4 A (# 1) にのみ障害があった場合には、現用ファイバ4 A (# 1) の信号は、同じ方向の予備ファイバ4 B (# 1) に切換えられる。

【0079】

このように、障害の種類に応じて、現用ファイバ4 A (# 1) は予備ファイバ4 B (# 1 又は # 2) に、現用ファイバ4 A (# 2) も同様に予備ファイバ4 B (# 1 又は # 2) に切換えられる構成が要求される。

【0080】

図18は本発明による光アッド／ドロップ装置(DOADM)の第8実施形態を示すブロック図である。この実施形態は、図16の(A)及び(B)並びに図17の(A)及び(B)に示される4F-BPSRに適用可能である。この光アッド／ドロップ装置は、現用ファイバ4 A (# 1 及び # 2) にそれぞれ挿入される現用系のWDMリング部80 (# 1 及び # 2) と、予備ファイバ4 B (# 1 及び # 2) にそれぞれ挿入される予備系のWDMリング部82 (# 1 及び # 2) と、リング部80 (# 1 及び # 2) とリング部82 (# 1 及び # 2) との間に接続されるアッド用スイッチ84 及びドロップ用スイッチ86 とを備えている。

【0081】

WDMリング部80 (# 1 及び # 2) 及び82 (# 1 及び # 2) の各々は、例えば、図4に示される光デマルチプレクサ6、n個の光スイッチ8、n個の波長変換器52 及び光マルチプレクサ10を含む。アッド用スイッチ84は、ルータ12 及びATMスイッチ16等のアッドされるべき光信号を出力する他のネットワーク装置に接続されており、ドロップ用スイッチ86は、ルータ12 及びATMスイッチ16等のドロップされるべき光信号を受ける他のネットワーク装置に波長変換器18を介して接続されている。

【0082】

また、アッド用スイッチ 8 4 は、WDMリング部 8 0（＃ 1 及び＃ 2）及び 8 2（＃ 1 及び＃ 2）の各光スイッチ 8 の第 2 の入力ポート 8 B に接続されており、ドロップ用スイッチ 8 6 は、WDMリング部 8 0（＃ 1 及び＃ 2）及び 8 2（＃ 1 及び＃ 2）の各光スイッチ 8 の第 2 の出力ポート 8 D に接続されている。

【 0 0 8 3 】

図 1 9 の（A）及び（B）を参照すると、アッド用スイッチ 8 4 及びドロップ用スイッチ 8 6 の第 1 実施形態がそれぞれ示されている。アッド用スイッチ 8 4 は、現用系のための 2 つの $k \times n$ 光スイッチ 8 8（＃ 1 及び＃ 2）と、予備系のための 2 つの $k \times n$ 光スイッチ 9 0（＃ 1 及び＃ 2）とを含んでいる。また、光スイッチ 8 8（＃ 1 及び＃ 2）の各入力を光スイッチ 9 0（＃ 1 及び＃ 2）の各入力に切換えるために、 k 個の 1×3 光スイッチ 1 0 8（＃ 1）と、 k 個の 1×3 光スイッチ 1 0 8（＃ 2）と、 k 個の 3×1 光スイッチ 1 1 0（＃ 1）と、 k 個の 3×1 光スイッチ 1 1 0（＃ 1）とが設けられている。

【 0 0 8 4 】

アッド用スイッチ 8 4 においては、他のネットワーク装置からのアッドされるべき信号が、 1×3 光スイッチ 1 0 8（＃ 1 及び＃ 2）によって、通常時は現用系ファイバ 8 0（＃ 1）に、障害時は予備ファイバ 8 2（＃ 1 又は＃ 2）に入力されるように切り換えが行なわれる。そのために、図示されるように、光スイッチ 8 8（＃ 1 及び＃ 2）、9 0（＃ 1 及び＃ 2）、1 0 8（＃ 1 及び＃ 2）、1 1 0（＃ 1 及び＃ 2）が相互に接続されている。

【 0 0 8 5 】

図 1 9 の（B）に示されるように、ドロップ用スイッチ 8 6 は、現用系のための 2 つの $n \times k$ 光スイッチ 9 6（＃ 1 及び＃ 2）と、予備系のための 2 つの $n \times k$ 光スイッチ 9 8（＃ 2）とを含む。また、光スイッチ 9 6（＃ 1 及び＃ 2）の各出力を光スイッチ 9 8（＃ 1 及び＃ 2）の各出力に切換えるために、 k 個の 1×3 光スイッチ 1 1 4（＃ 1）と、 k 個の 1×3 光スイッチ 1 1 4（＃ 2）と、 k 個の 3×1 光スイッチ 1 1 6（＃ 1）と、 k 個の 3×1 光スイッチ 1 1 6（＃ 2）とが設けられている。

【 0 0 8 6 】

ドロップ用スイッチ 8 6 においては、通常時には現用系ファイバ 8 0 (# 1 又は # 2) からの出力が、また、障害時には予備ファイバ 8 2 (# 1 又は # 2) からの出力が他のネットワーク装置にドロップされるように切り換えが行なわれる。そして、このような切り替えが成されるように、光スイッチ 9 6 (# 1 及び # 2) 、 1 1 4 (# 1 及び # 2) 及び 1 1 6 (# 1 及び # 2) が相互に接続されている。

【 0 0 8 7 】

いずれにしても、 $k \times n$ 光スイッチ 8 8 (# 1 及び # 2) 及び 9 0 (# 1 及び # 2) はリング内の所望の波長に変換されるように制御し、 $n \times k$ 光スイッチ 9 6 (# 1 及び # 2) 及び 9 8 (# 1 及び # 2) は所望のポートに光信号が出力されるように制御する。

【 0 0 8 8 】

一般的に、WDM 信号光の波長数 n に比べてアッド／ドロップするポート数 k は小さいので、その差分 $(n - k)$ 個の低優先信号を障害時にも伝送することができる。

【 0 0 8 9 】

図 2 0 の (A) 及び (B) を参照すると、図 1 8 に示されるアッド用スイッチ 8 4 及びドロップ用スイッチ 8 6 の第 2 実施形態がそれぞれ示されている。図 2 0 の (A) に示される実施形態では、 1×3 光スイッチ 1 0 8 (# 1 及び # 2) にそれぞれ代えて 1×3 光カプラ 1 1 8 (# 1 及び # 2) が用いられている。また、図 2 0 の (B) に示される実施形態では、 1×3 光スイッチ 1 1 4 (# 1 及び # 2) に代えて 1×3 光カプラ 1 2 0 (# 1 及び # 2) が用いられている。これらの実施形態によっても、先に説明したのと同じように、光アッド／ドロップ装置において容易に障害時における切り換えを行うことができる。

【 0 0 9 0 】

図 2 1 の (A) 及び (B) を参照すると、図 1 8 に示されるアッド用スイッチ 8 4 及びドロップ用スイッチ 8 6 の第 3 実施形態がそれぞれ示されている。図 2 1 の (A) に示されるように、アッド用スイッチ 8 4 は、現用系のための 2 つの $k \times n$ 光スイッチ 8 8 (# 1 及び # 2) と、予備系のための 2 つの $k \times n$ スイッ

チ90（＃1及び＃2）とを含む。また、光スイッチ90（＃1及び＃2）の各出力を光スイッチ88（＃1及び＃2）の各出力に切換えるために、光スイッチ88（＃1）の出力側には n 個の 1×3 光スイッチ122（＃1）が設けられており、光スイッチ88（＃2）の出力側には n 個の 1×3 光スイッチ122（＃2）が設けられており、光スイッチ90（＃1）の出力側には n 個の 3×1 光スイッチ124（＃1）が設けられており、光スイッチ90（＃2）の出力側には n 個の光スイッチ124（＃2）が設けられている。この実施形態における動作は図14の（A）に示される実施形態における動作に準じて理解することができるので、その説明は省略する。

【0091】

図21の（B）に示されるように、ドロップ用スイッチ86は、現用系のための2つの $n \times k$ 光スイッチ96（＃1及び＃2）と、予備系のための2つの $n \times k$ 光スイッチ98（＃1及び＃2）とを含む。また、光スイッチ96（＃1及び＃2）の各入力を光スイッチ98（＃1及び＃2）の各入力に切換えるために、光スイッチ96（＃1）の入力側には n 個の 3×1 光スイッチ128（＃1）が設けられており、光スイッチ96（＃2）の入力側には n 個の 3×1 光スイッチ128（＃2）が設けられており、光スイッチ98（＃1）の入力側には n 個の 1×3 光スイッチ126（＃1）が設けられており、光スイッチ98（＃2）の入力側には n 個の 1×3 光スイッチ126（＃2）が設けられている。この実施形態における動作は図14の（B）に示される実施形態における動作に準じて理解することができるので、その説明を省略する。

【0092】

いずれにしても、 $k \times n$ 光スイッチ88（＃1及び＃2）及び90（＃1及び＃2）はリング内の所望の波長に変換されるように制御し、 $n \times k$ 光スイッチ96（＃1及び＃2）及び98（＃1及び＃2）は所望のポートに光信号が出力されるように制御する。

【0093】

一般的に、WDM信号光の波長数 n に比べてアッド／ドロップするポート数 k は小さいので、その差分（ $n - k$ 個の低優先信号を障害時にも伝送することがで

きる。

【 0 0 9 4 】

図 2 2 の (A) 及び (B) を参照すると、図 1 8 に示されるアッド用スイッチ 8 4 及びドロップ用スイッチ 8 6 の第 4 実施形態がそれぞれ示されている。図 2 2 の (A) に示される実施形態では、 1×3 光スイッチ 1 2 2 (# 1 及び # 2) に代えて 1×3 光カプラ (# 1 及び # 2) がそれぞれ用いられている。また、図 2 2 の (B) に示される実施形態では、 1×3 光スイッチ 1 2 6 (# 1 及び # 2) に換えて 1×3 光カプラ 1 3 2 (# 1 及び # 2) がそれぞれ用いられている。これらの実施形態によっても、先に説明したのと同じように、光アッド／ドロップ装置において容易に障害時における切り換えを行うことができる。

【 0 0 9 5 】

本発明は以下の付記を含むものである。

【 0 0 9 6 】

(付記 1) 互いに異なる波長を有する n (n は $1 < n$ を満たす整数) 個の光信号を波長分割多重して得られた WDM 信号光を供給されて n 個の光信号に分離する光デマルチプレクサと、

各々第 1 及び第 2 の入力ポート並びに第 1 及び第 2 の出力ポートを有し、上記各第 1 の入力ポートには上記光デマルチプレクサから出力された各光信号が供給される n 個の第 1 の光スイッチと、

k (k は自然数) 個の入力ポート及び n 個の出力ポートを有し、上記 k 個の入力ポートの少なくとも一つには挿入されるべき光信号が供給され、上記 n 個の出力ポートは上記第 1 の光スイッチの第 2 の入力ポートにそれぞれ接続される第 2 の光スイッチと、

上記 n 個の第 1 の光スイッチの第 1 の出力ポートにそれぞれ接続される n 個の再生器と、

上記 n 個の再生器から出力された光信号を波長分割多重する光マルチプレクサと、

n 個の入力ポート及び k 個の出力ポートを有し、上記 n 個の入力ポートは上記第 1 の光スイッチの第 2 の出力ポートにそれぞれ接続され、上記 k 個の出力ポ-

トの少なくとも一つからは分岐されるべき光信号が出力される第3の光スイッチとを備えた光アッド／ドロップ装置。

【0097】

(付記2) 付記1に記載の光アッド／ドロップ装置であって、
上記第3の光スイッチの出力ポートにそれぞれ接続される k 個の波長変換器を更に備えた光／ドロップ装置。

【0098】

(付記3) 付記1に記載の光アッド／ドロップ装置であって、
上記第3の光スイッチの入力ポートと上記第1の光スイッチの第2の出力ポートとの間にそれぞれ接続される n 個の波長変換器を更に備えた光アッド／ドロップ装置。

【0099】

(付記4) 付記1に記載の光アッド／ドロップ装置であって、
上記光デマルチプレクサと上記第1の光スイッチの第1の入力ポートとの間にそれぞれ接続される n 個の波長変換器を更に備えた光アッド／ドロップ装置。

【0100】

(付記5) 付記1に記載の光アッド／ドロップ装置であって、
上記第2の光スイッチは r (r は自然数) 個の入力ポートを更に有し、
上記第3の光スイッチは r 個の出力ポートを更に有し、
上記 r 個の入力ポートと上記 r 個の出力ポートとをそれぞれ接続する r 本のリンクを更に備えた光アッド／ドロップ装置。

【0101】

(付記6) 互いに異なる波長を有する n (n は $1 < n$ を満たす整数) 個の光信号を波長分割多重して得られたWDM信号光を供給されて n 個の光信号に分離する光デマルチプレクサと、

各々第1及び第2の入力ポート並びに第1及び第2の出力ポートを有し、上記各第1の入力ポートには上記光マルチプレクサから出力された各光信号が供給される n 個の光スイッチと、

k (k は自然数) 個の入力ポート及び s (s は自然数) 個の入力ポート並びに

n 個の出力ポートを有する第 1 の電気スイッチと、

上記第 1 の電気スイッチの k 個の入力ポートにそれぞれ接続された k 個の第 1 の光／電気変換器と、

上記第 1 の電気スイッチの n 個の出力ポートと上記光スイッチの第 2 の入力ポートとの間をそれぞれ接続する n 個の第 1 の電気／光変換器と、

上記光スイッチの第 1 の出力ポートから出力された光信号を波長分割多重する光マルチプレクサと、

n 個の入力ポート並びに k 個の出力ポート及び s 個の出力ポートを有する第 2 の電気スイッチと、

上記第 2 の電気スイッチの n 個の入力ポートと上記光スイッチの第 2 の出力ポートとの間をそれぞれ接続する n 個の第 2 の光／電気変換器と、

上記第 2 の電気スイッチの k 個の出力ポートにそれぞれ接続された k 個の第 2 の電気／光変換器と、

上記第 1 の電気スイッチの s 個の入力ポートと上記第 2 の電気スイッチの s 個の出力ポートとをそれぞれ接続する s 本の電気リンクとを備えた光アッド／ドロップ装置。

【 0 1 0 2 】

(付記 7) 互いに異なる波長を有する n (n は $1 < n$ を満たす整数) 個の光信号を波長分割多重して得られた WDM 信号光を供給されて n 個の光信号に分離する光デマルチプレクサと、

各々第 1 及び第 2 の入力ポート並びに第 1 及び第 2 の出力ポートを有し、上記各第 1 の入力ポートには上記光マルチプレクサから出力された各光信号が供給される n 個の光スイッチと、

k (k は自然数) 個の入力ポート及び s (s は自然数) 個の入力ポート並びに n 個の出力ポートを有する第 1 の電気スイッチと、

上記第 1 の電気スイッチの入力ポートにそれぞれ接続された $(k + s)$ 個の第 1 の光／電気変換器と、

上記第 1 の電気スイッチの n 個の出力ポートと上記光スイッチの第 2 の入力ポートとの間をそれぞれ接続する n 個の第 1 の電気／光変換器と、

上記光スイッチの第 1 の出力ポートから出力された光信号を波長分割多重する光マルチプレクサと、

n 個の入力ポート並びに k 個の出力ポート及び s 個の出力ポートを有する第 2 の電気スイッチと、

上記第 2 の電気スイッチの n 個の入力ポートと上記光スイッチの第 2 の出力ポートとの間をそれぞれ接続する n 個の第 2 の光／電気変換器と、

上記第 2 の電気スイッチの出力ポートにそれぞれ接続された $(k + s)$ 個の第 2 の電気／光変換器と、

上記第 1 の電気スイッチの s 個の入力ポートにそれぞれ対応する上記第 1 の光／電気変換器と上記第 2 の電気スイッチの s 個の出力ポートにそれぞれ対応する第 2 の電気／光変換器とをそれぞれ接続する s 本の光リンクとを備えた光アッド／ドロップ装置。

【 0 1 0 3 】

(付記 8) 第 1 及び第 2 の光パスに適合する光アッド／ドロップ装置であって、

上記第 1 及び第 2 の光パスにそれぞれ接続される第 1 及び第 2 の光アッド／ドロップユニットと、

上記第 1 及び第 2 の光アッド／ドロップユニットのいずれか一方に光信号を選択的に挿入するアッド用スイッチと、

上記第 1 及び第 2 の光アッド／ドロップユニットのいずれか一方から光信号を選択的に分岐するドロップ用スイッチとを備え、

上記第 1 及び第 2 の光アッド／ドロップユニットの各々は、

互いに異なる波長を有する n (n は $1 < n$ を満たす整数) 個の光信号を波長分割多重して得られた WDM 信号光を供給されて n 個の光信号に分離する光デマルチプレクサと、

各々第 1 及び第 2 の入力ポート並びに第 1 及び第 2 の出力ポートを有し、上記各第 1 の入力ポートには上記光マルチプレクサから出力された各光信号が供給される n 個の第 1 の光スイッチと、

上記 n 個の第 1 の光スイッチの第 1 の出力ポートにそれぞれ接続される n 個の

再生器と、

上記 n 個の再生器から出力された光信号を波長分割多重する光マルチプレクサとを備えており、

上記アッド用スイッチは上記各第 1 の光スイッチの第 2 の入力ポートに接続され、

上記ドロップ用スイッチは上記各第 1 の光スイッチの第 2 の出力ポートに接続される光アッド／ドロップ装置。

【 0 1 0 4 】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明によると、ノード間の伝送距離を拡大し長距離伝送を可能にする光アッド／ドロップ装置の提供が可能になるという効果が生じる。また、本発明によると、他のネットワーク装置との間のインタフェースに可変波長光源を含む可変波長変換器が不要で低コスト光アッド／ドロップ装置の提供が可能になるという効果もある。さらに、本発明によると、光ネットワーク内の運用効率を高めることができ、スイッチングのためのハードウェアの規模を削減することができるという効果も生じる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

図 1 は従来一般的な光アッド／ドロップ装置のブロック図である。

【図 2】

図 2 は従来改良された光アッド／ドロップ装置のブロック図である。

【図 3】

図 3 の (A) 及び (B) は従来可変波長光源のブロック図である。

【図 4】

図 4 は本発明による光アッド／ドロップ装置の第 1 実施形態を示すブロック図である。

【図 5】

図 5 は本発明による光アッド／ドロップ装置の第 2 実施形態を示すブロック図である。

【図 6】

図 6 は本発明による光アッド／ドロップ装置の第 3 実施形態を示すブロック図である。

【図 7】

図 7 は本発明による光アッド／ドロップ装置の第 4 実施形態を示すブロック図である。

【図 8】

図 8 は本発明を適用可能な光ネットワークシステムを示すブロック図である。

【図 9】

図 9 は本発明による光アッド／ドロップ装置の第 5 実施形態を示すブロック図である。

【図 10】

図 10 は図 9 に示されるドロップ用の電気スイッチの具体的構成例を示すブロック図である。

【図 11】

図 11 は本発明による光アッド／ドロップ装置の第 6 実施形態を示すブロック図である。

【図 12】

図 12 の (A) 及び (B) は本発明を適用可能な 2F-UPSR (2 本のファイバによるユニディレクショナルパススイッチドリング) の動作例を説明するための図である。

【図 13】

図 13 は本発明による光アッド／ドロップ装置の第 7 実施形態を示すブロック図である。

【図 14】

図 14 の (A) 及び (B) はそれぞれ図 13 に示されるアッド用スイッチ及びドロップ用スイッチの実施形態を示すブロック図である。

【図 15】

図 15 の (A) 及び (B) はそれぞれ図 13 に示されるアッド用スイッチ及び

ドロップ用スイッチの他の実施形態を示すブロック図である。

【図 1 6】

図 1 6 の (A) 及び (B) は 4 F - B P S R (4 本のファイバを用いたバイディレクショナルパススイッチドリング) の動作例を説明するための図である。

【図 1 7】

図 1 7 の (A) 及び (B) は 4 F - B P S R の他の動作例を説明するための図である。

【図 1 8】

図 1 8 は本発明による光アッド／ドロップ装置の第 8 実施形態を示すブロック図である。

【図 1 9】

図 1 9 の (A) 及び (B) はそれぞれ図 1 8 に示されるアッド用スイッチ及びドロップ用スイッチの第 1 実施形態を示すブロック図である。

【図 2 0】

図 2 0 の (A) 及び (B) は図 1 8 に示されるアッド用スイッチ及びドロップ用スイッチの第 2 実施形態を示すブロック図である。

【図 2 1】

図 2 1 の (A) 及び (B) はそれぞれ図 1 8 に示されるアッド用スイッチ及びドロップ用スイッチの第 3 実施形態を示すブロック図である。

【図 2 2】

図 2 2 の (A) 及び (B) はそれぞれ図 1 8 に示されるアッド用スイッチ及びドロップ用スイッチの第 4 実施形態を示すブロック図である。

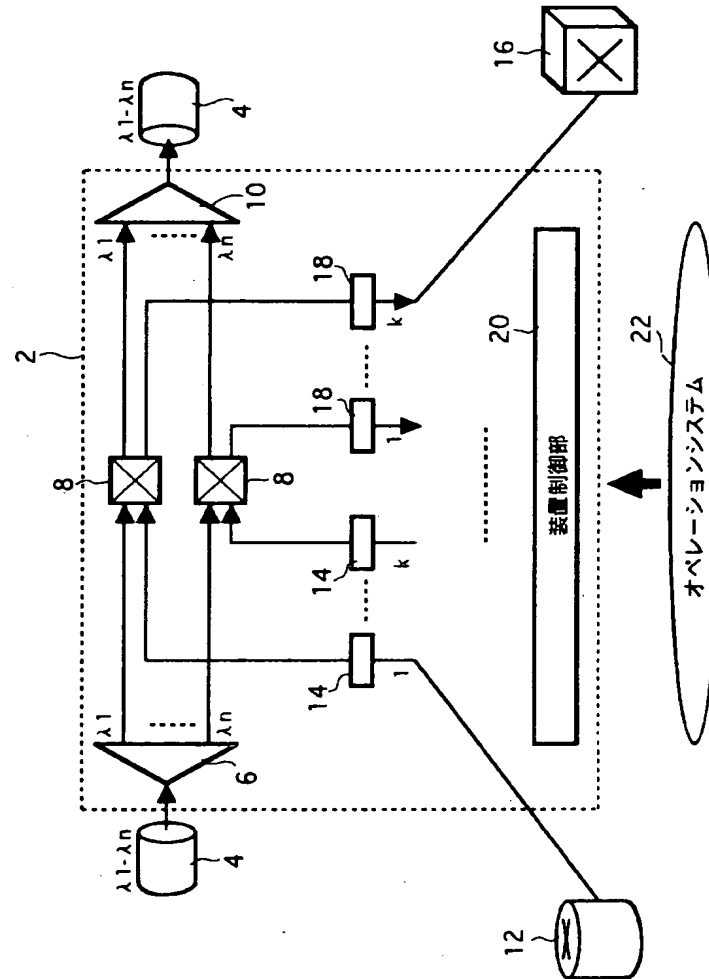
【符号の説明】

- 4 光伝送路
- 6 光デマルチプレクサ
- 8, 24, 26 光スイッチ
- 10 光マルチプレクサ
- 18, 52 波長変換器

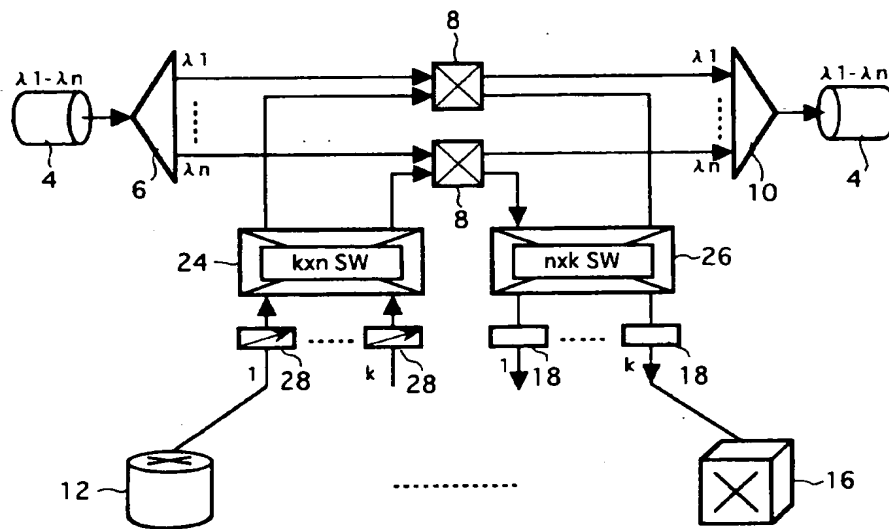
【書類名】

図面

【図 1】

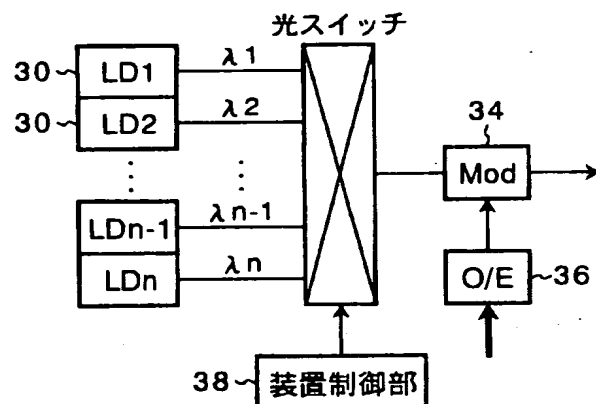


【図 2】

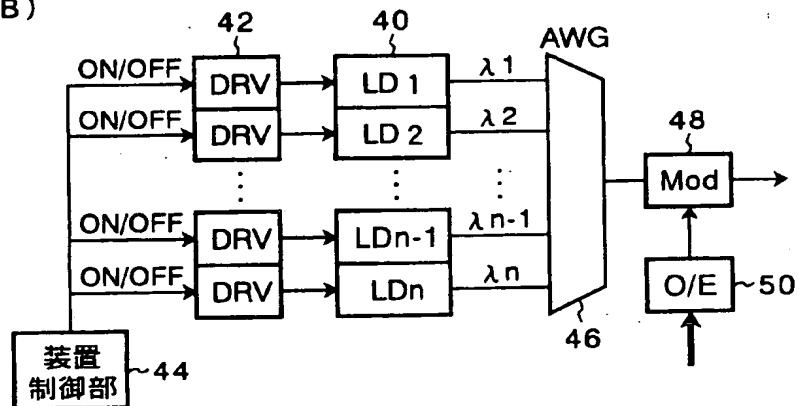


【図 3】

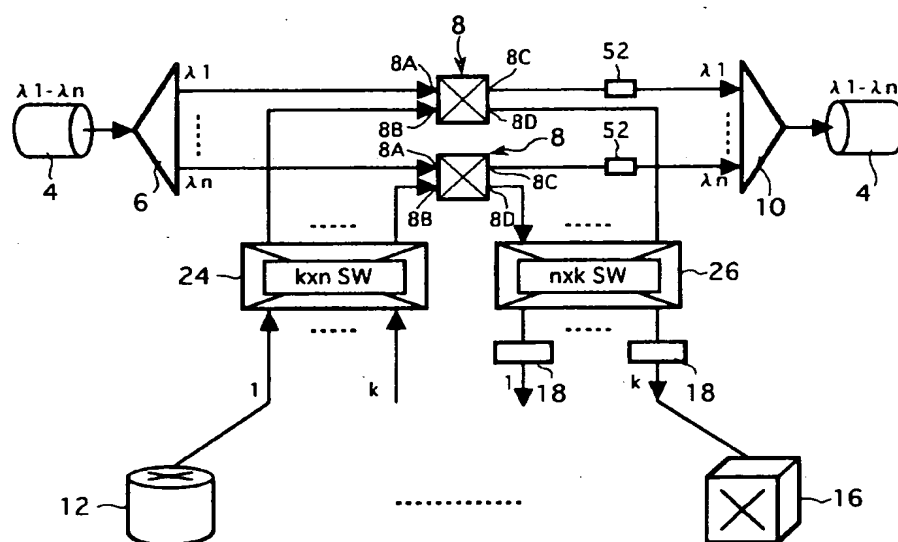
(A)



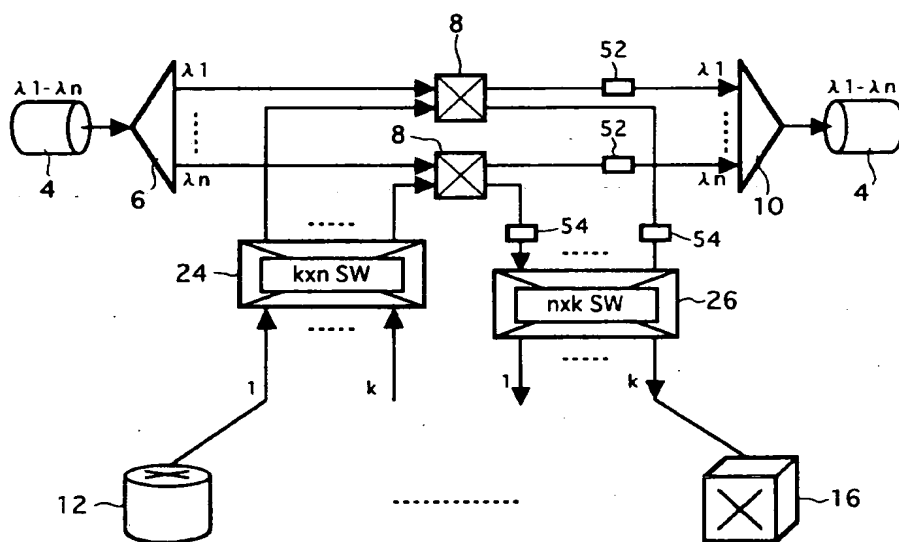
(B)



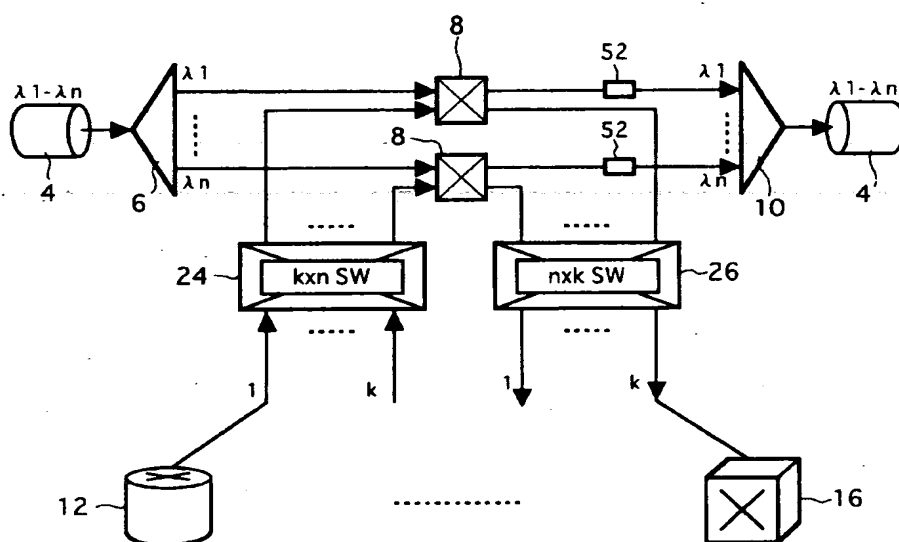
【図 4】



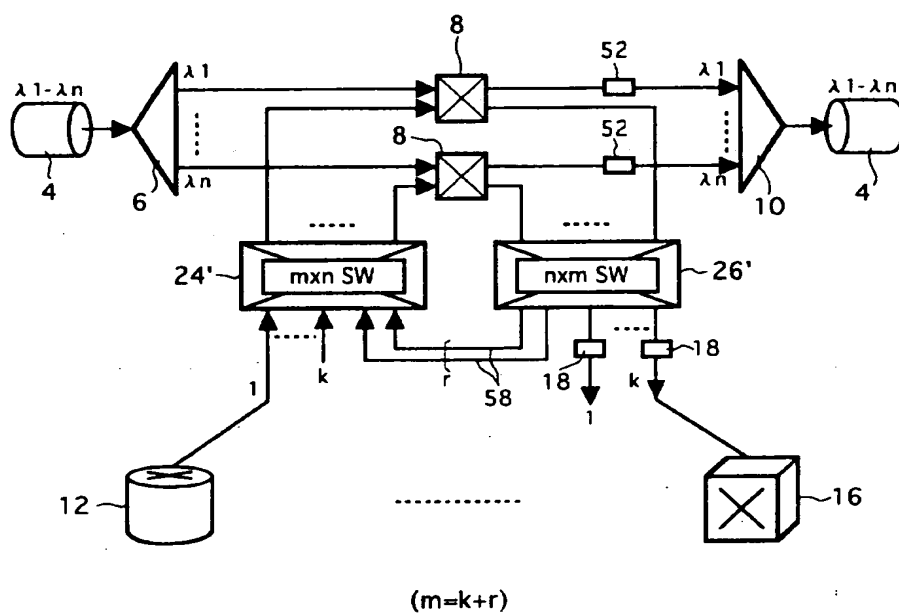
【図 5】



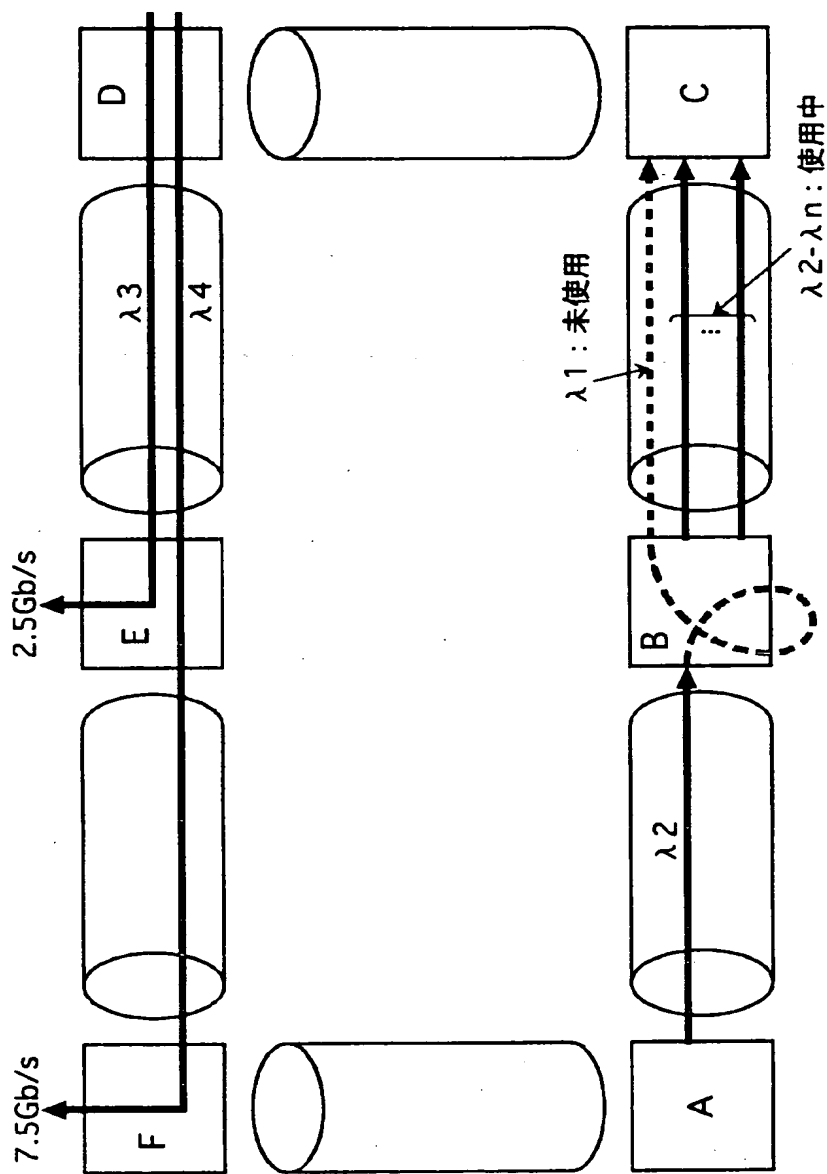
【図 6】



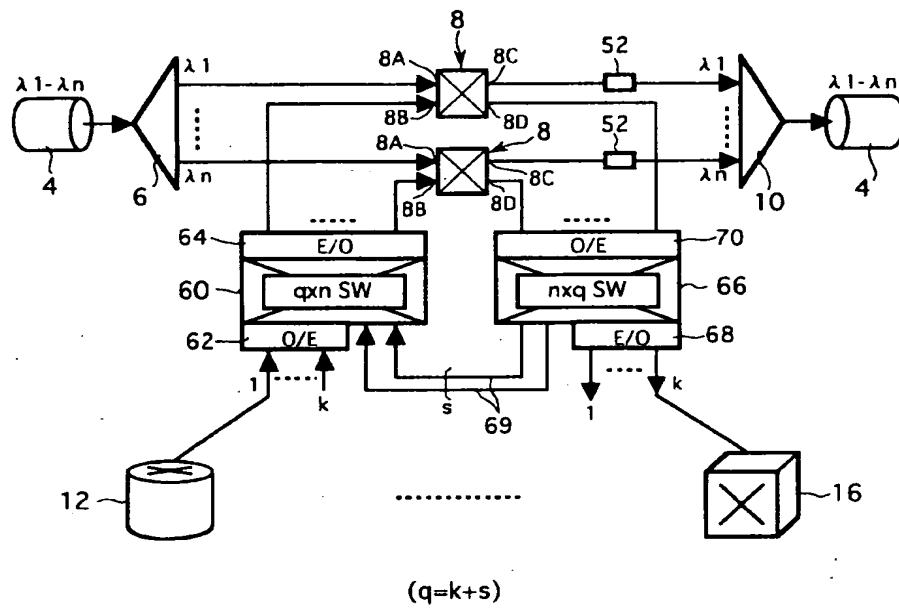
【図 7】



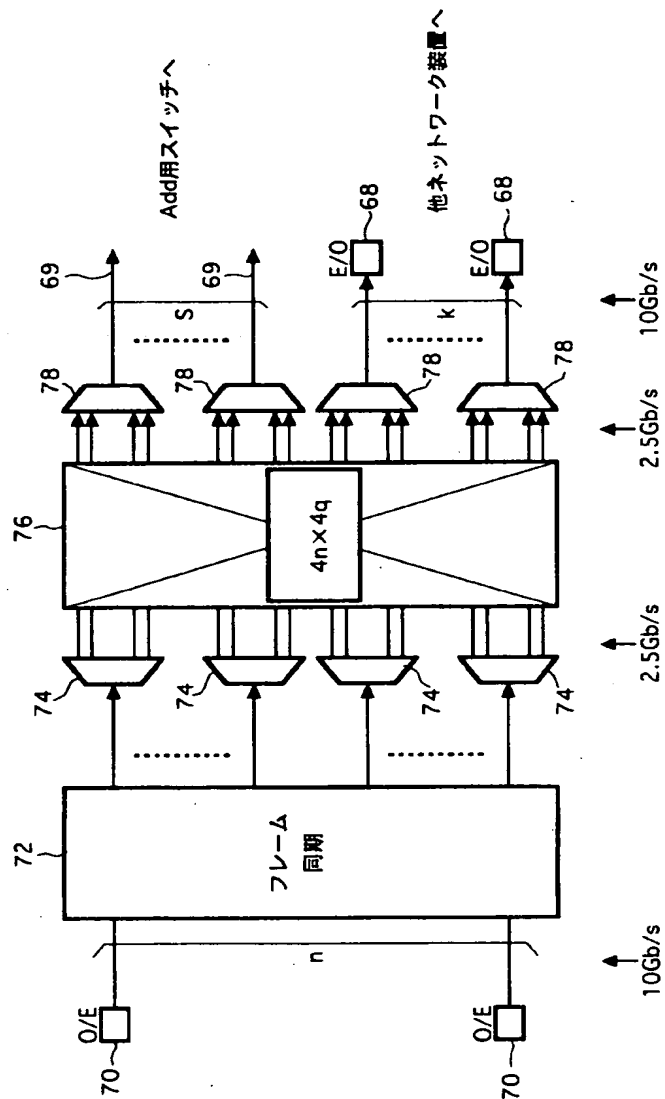
【図 8】



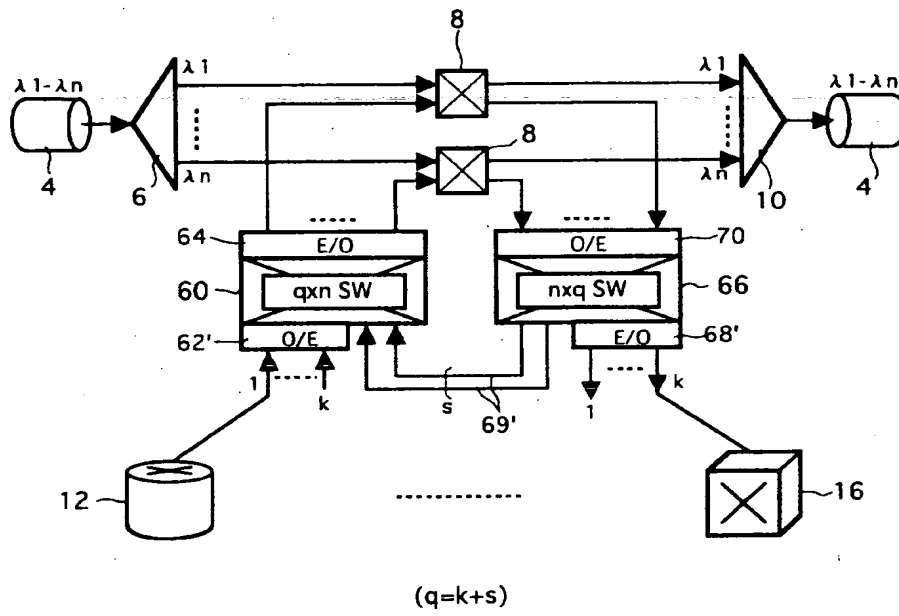
【図 9】



【図 10】

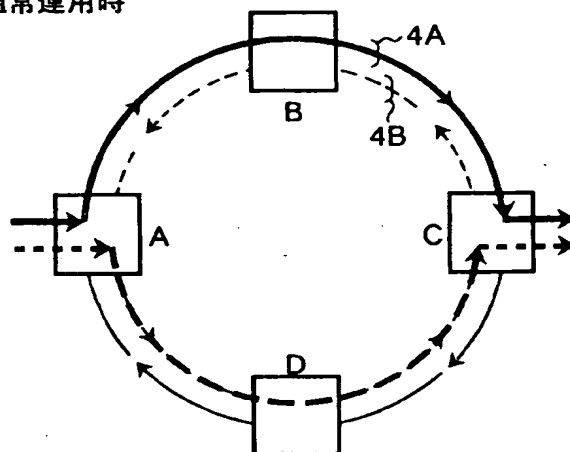


【図 1 1】

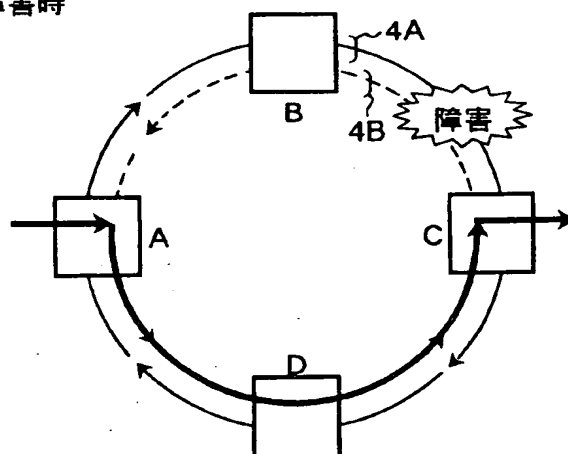


【図 1 2】

(A) 通常運用時

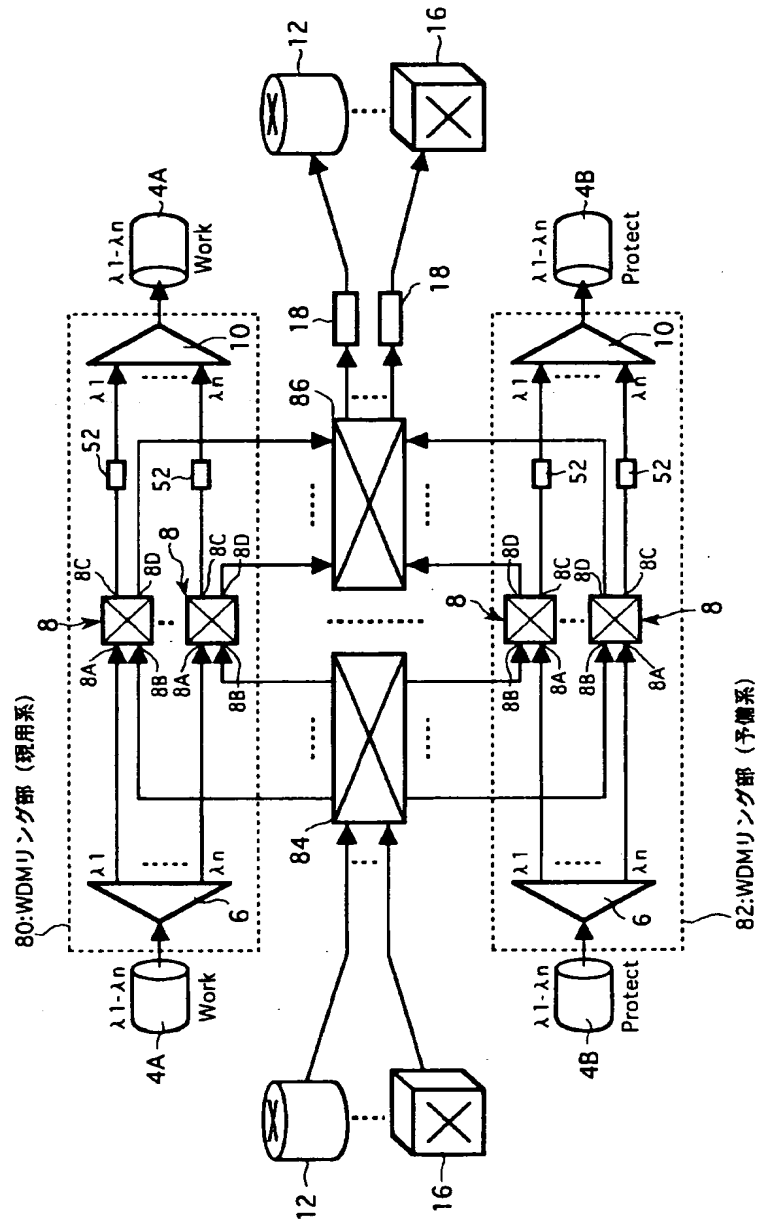


(B) 障害時

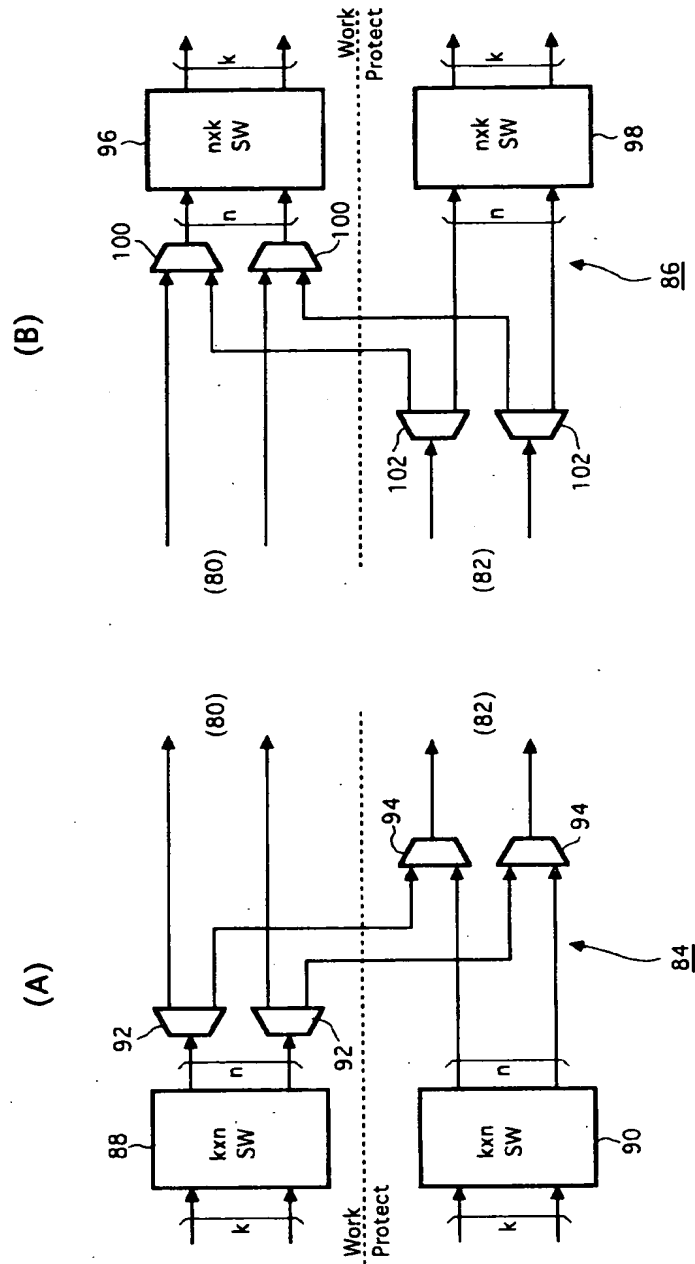


—→ : 現用ファイバ —→ : 現用トラヒック
 ---→ : 予備ファイバ - - - -> : 低優先トラヒック

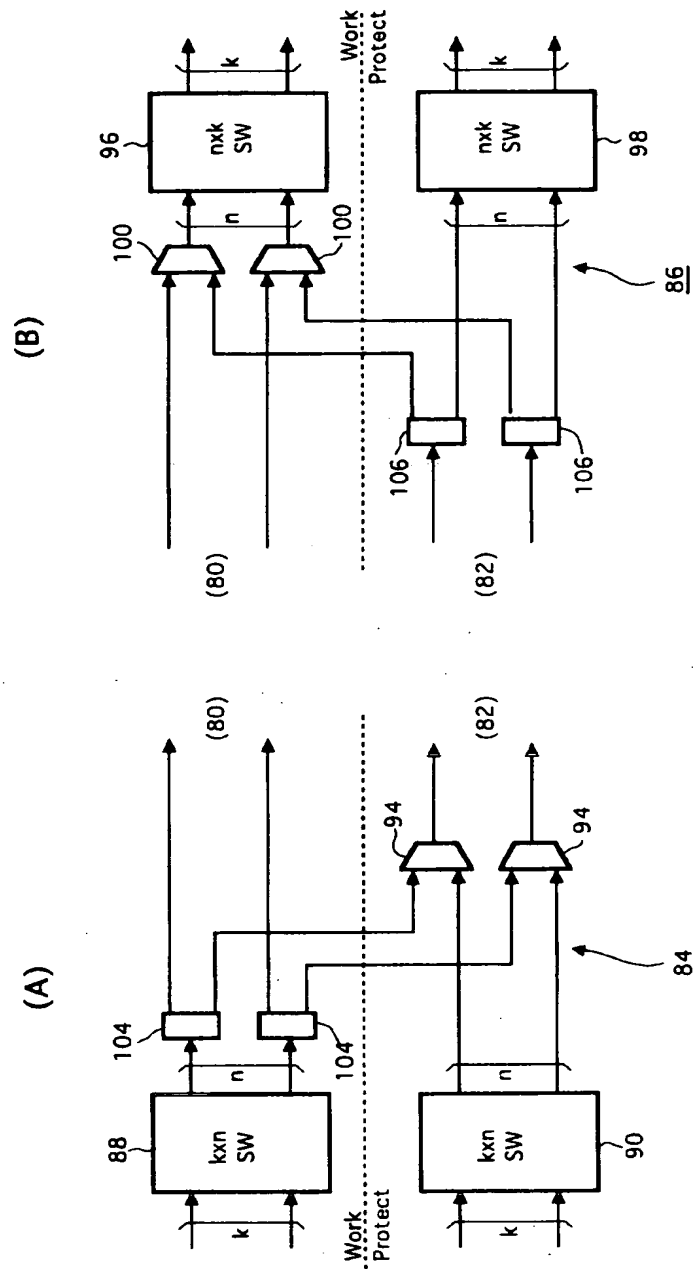
【図13】



【図 14】

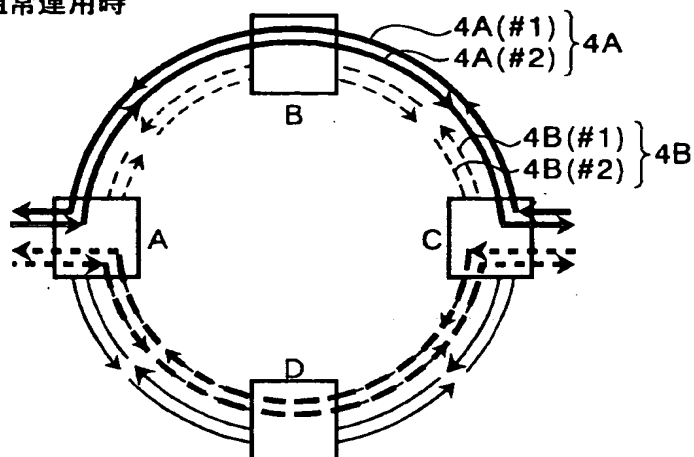


【図 15】

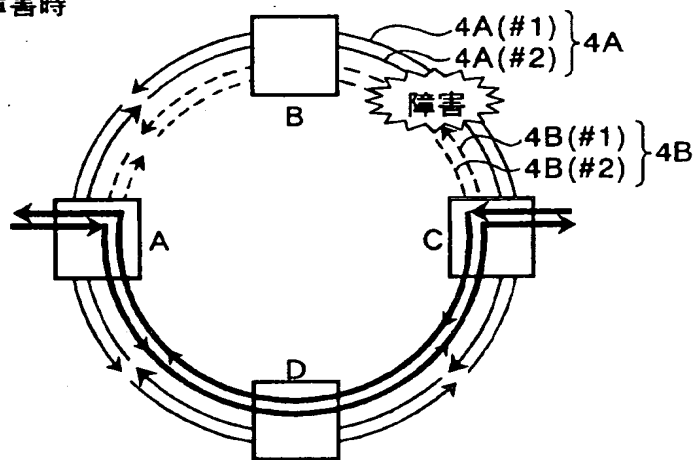


【図 1 6】

(A) 通常運用時



(B) 障害時

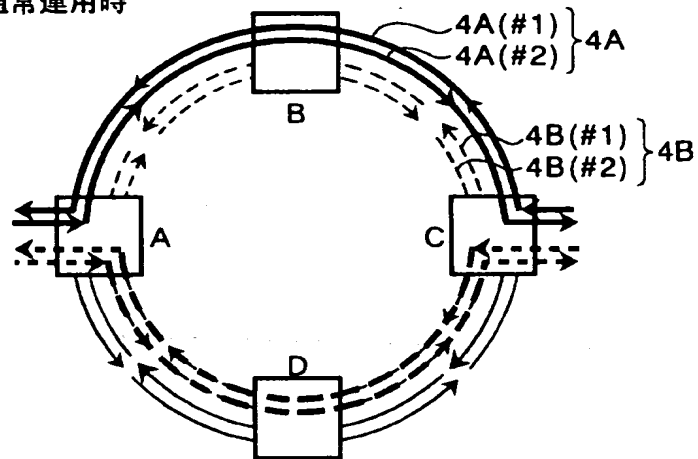


——→ : 現用ファイバ
 ----→ : 予備ファイバ

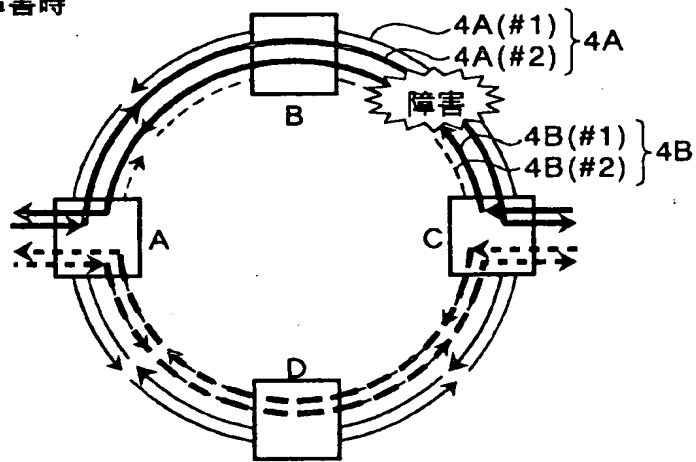
——→ : 現用トラヒック
 ----→ : 低優先トラヒック

【図 1 7】

(A) 通常運用時

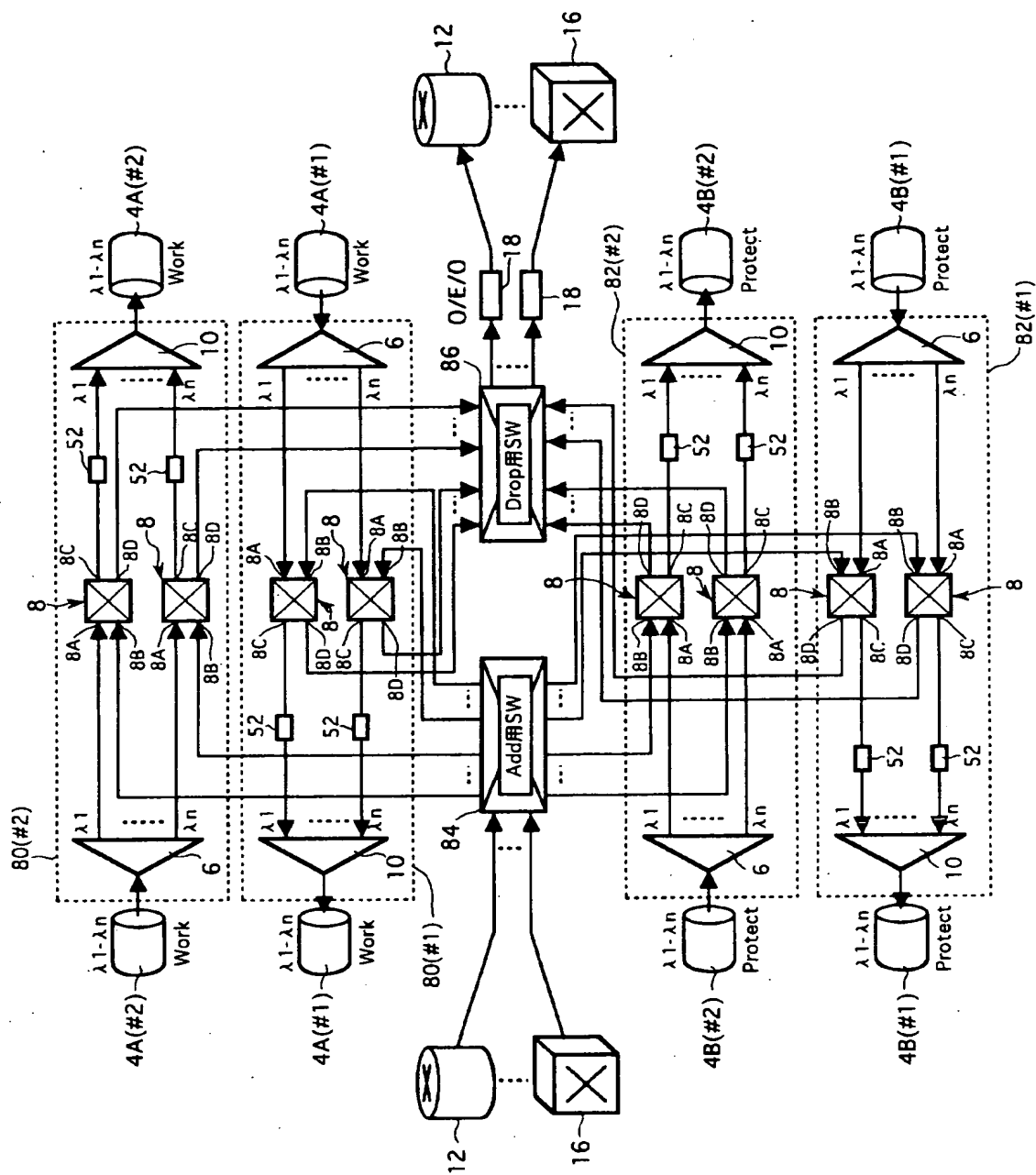


(B) 障害時

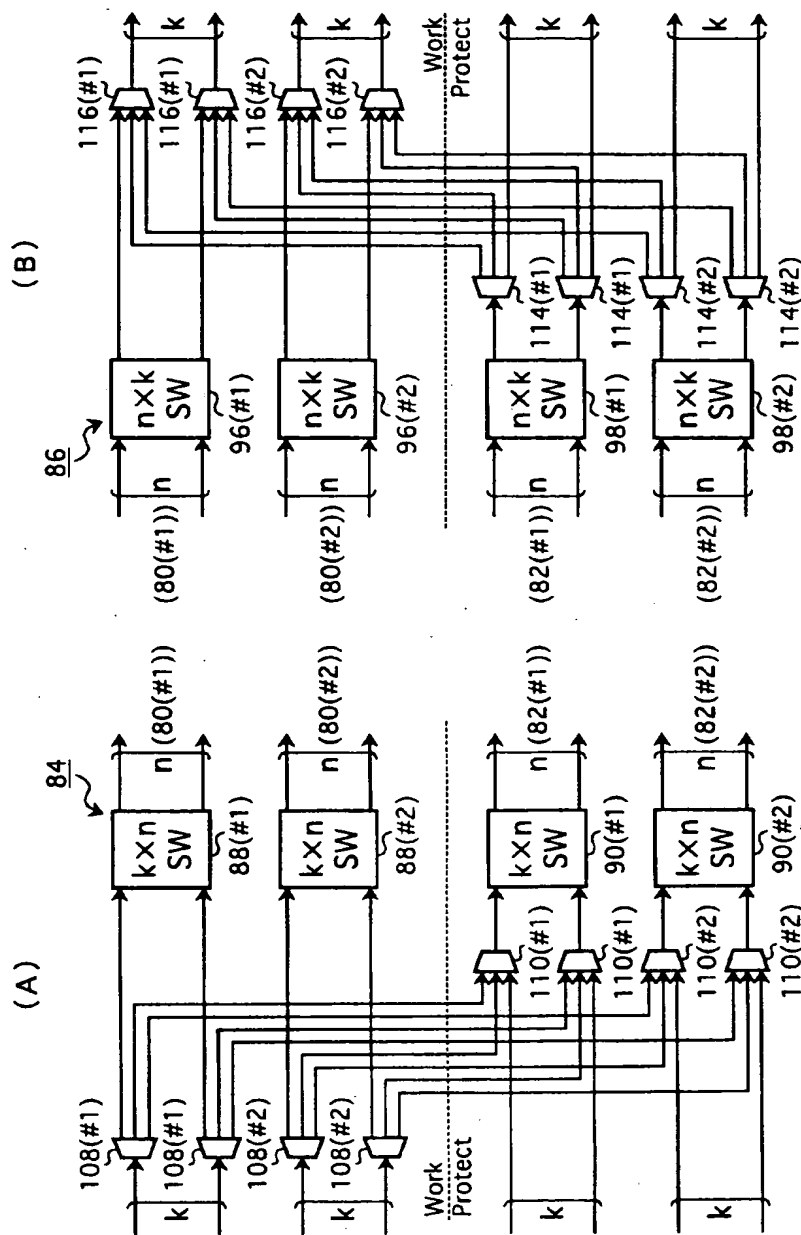


———> : 現用ファイバ ———> : 現用トラヒック
 ----> : 予備ファイバ ----> : 低優先トラヒック

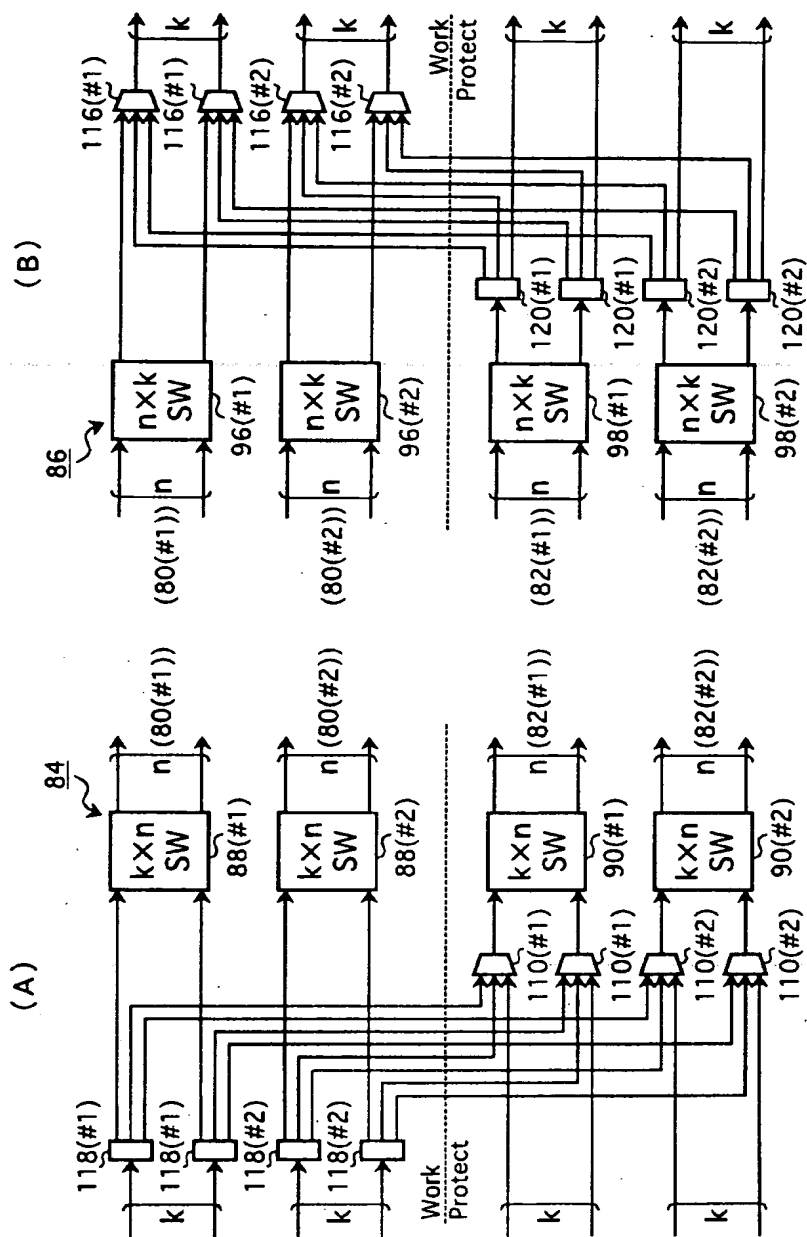
【図 18】



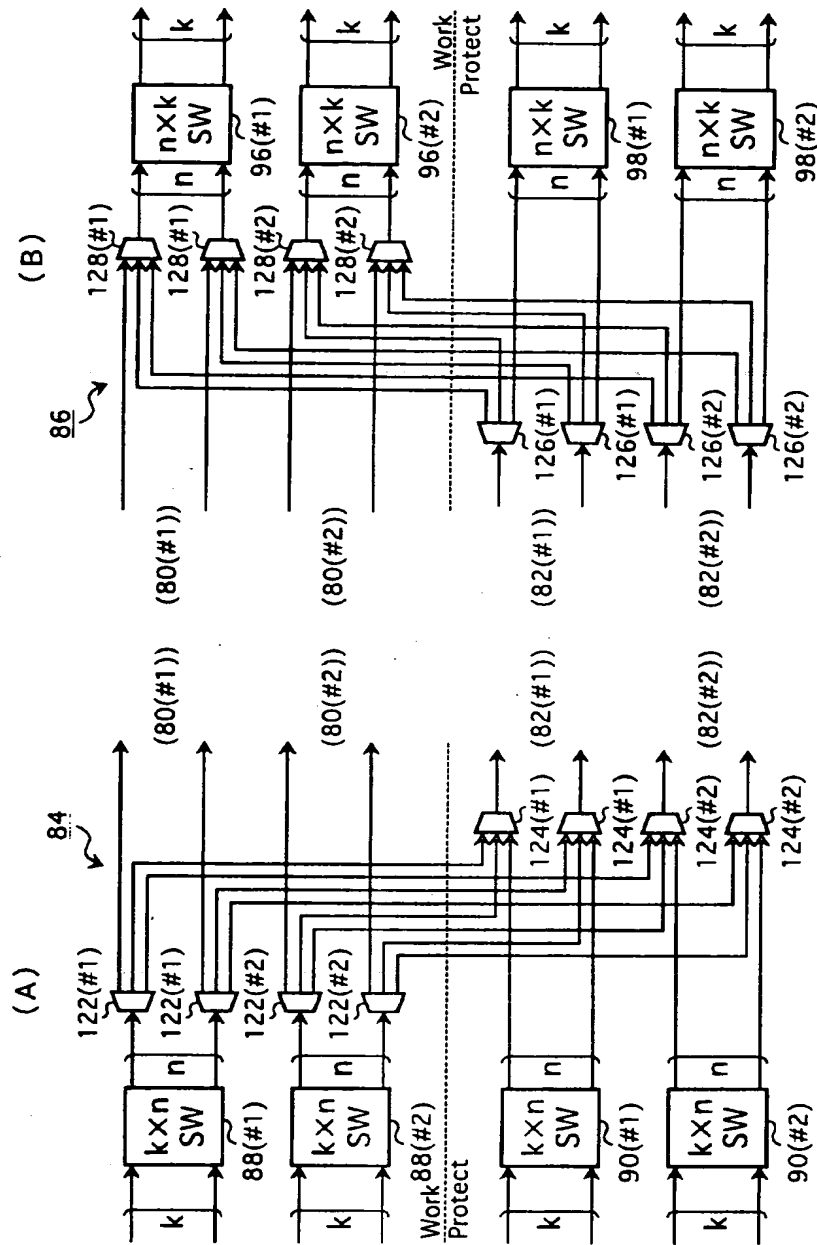
【図 19】



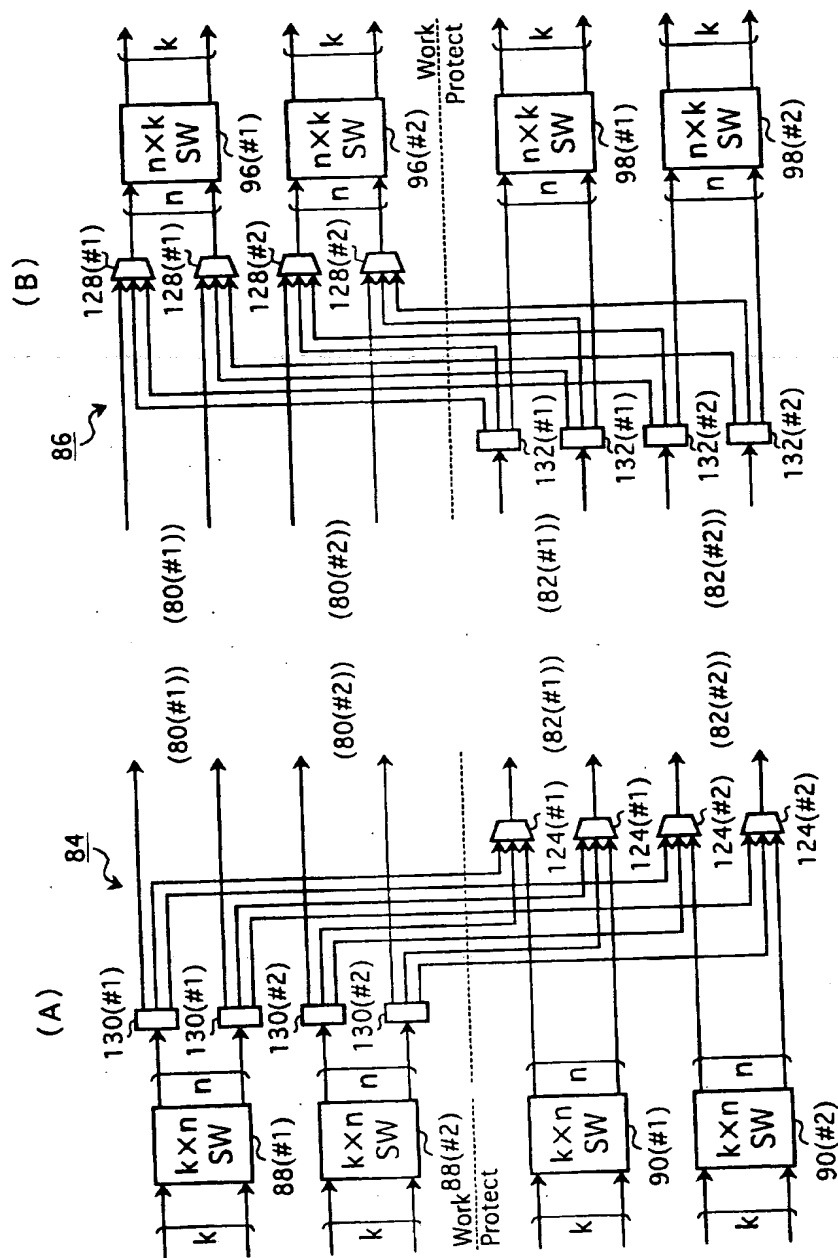
【図 20】



【図 2 1】



【図 22】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 本発明は光アッド／ドロップ装置に関し、長距離伝送に適した光アッド／ドロップ装置の提供が主な課題である。

【解決手段】 本発明による光アッド／ドロップ装置は、WDM信号光を n 個の光信号に分離する光デマルチプレクサ 6 と、光デマルチプレクサから出力された各光信号が供給される n 個の第 1 の光スイッチ 8 と、第 1 の光スイッチの入力側に設けられるアッド用の第 2 の光スイッチ 2 4 と、第 1 の光スイッチ 8 の出力側に設けられるドロップ用の第 3 の光スイッチ 2 6 と、光スイッチ 8 を通過した光信号を波長変換する n 個の再生器 5 2 と、波長変換された光信号を波長分割多重する光マルチプレクサ 1 0 とを備えている。

【選択図】 図 4

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000005223]

1. 変更年月日 1996年 3月26日
[変更理由] 住所変更
住 所 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号
氏 名 富士通株式会社